ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1960.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE-GEORGES BARRILLON.

CORRESPONDANCE, OUVRAGES PRÉSENTÉS OU REÇUS.

M. **Fernand Baldet** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Astronomie, par la mort de M. *Georges Darmois*.

L'Ambassade du Pakistan invite l'Académie, de la part du Pakistan Council of scientific and industrial research, à se faire représenter au quatrième **Congress of the Pan Indian Ocean Science Association**, qui aura lieu à Karachi, du 16 au 24 novembre 1960.

Les Ouvrages suivants sont adressés en hommage à l'Académie :

par M. **Léon Moret**, la cinquième édition complétée d'un *Addendum* dont il est l'auteur, de l'Ouvrage de **Maurice Gignoux** intitulé : *Géologie stratigraphique*;

par Sir **Gavin de Beer**, la quatrième partie de ses *Darwin's notebooks on transmutation of species.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Dix années d'hygrophotographie*, par M. Joseph Sivadjian. (Cet Ouvrage présente un exposé de recherches dont la plupart ont fait l'objet de Notes dans les *Comptes rendus*.)

2° Accademia nazionale dei XL. Edoardo Zavattari e Coll. *Biogeografia delle Isole Pelagie. Flora e vegetazione.*

3° Jean-Étienne Montucla. *Histoire des mathématiques.* Tomes 1, 2, 3. Nouveau tirage augmenté d'un *Avant-propos* par M. Ch. Naux (Reproduction photographique).

4° Édouard Lucas. *Récréations mathématiques.* Tomes 1, 2, 3, 4. Deuxième édition. Nouveau tirage (id.).

5° Lucienne Félix. *Mathématiques modernes. Enseignement élémentaire.*

6° *Exercices numériques de mécanique en vue des applications industrielles*, par André Tenot. Tome I. Édition refondue.

7° International Union for conservation of nature and natural resources. *Tenth anniversary* 1948-1958. *From Fontainebleau to Athens and Delphi.*

8° *Annales de la Faculté des sciences de l'Université de Clermont*, nos 1, 2, 3, 4.

9° *Travaux du Muséum d'histoire naturelle « Gr. Antipa »* (Bucarest). Vol. I, II.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ALGOLOGIE. — *Une Entéromorphe nouvelle de la région de Saint-Jean-de-Luz* (Enteromorpha Sancti Joannis *nov. sp.*). Note de M. **Pierre Dangeard**.

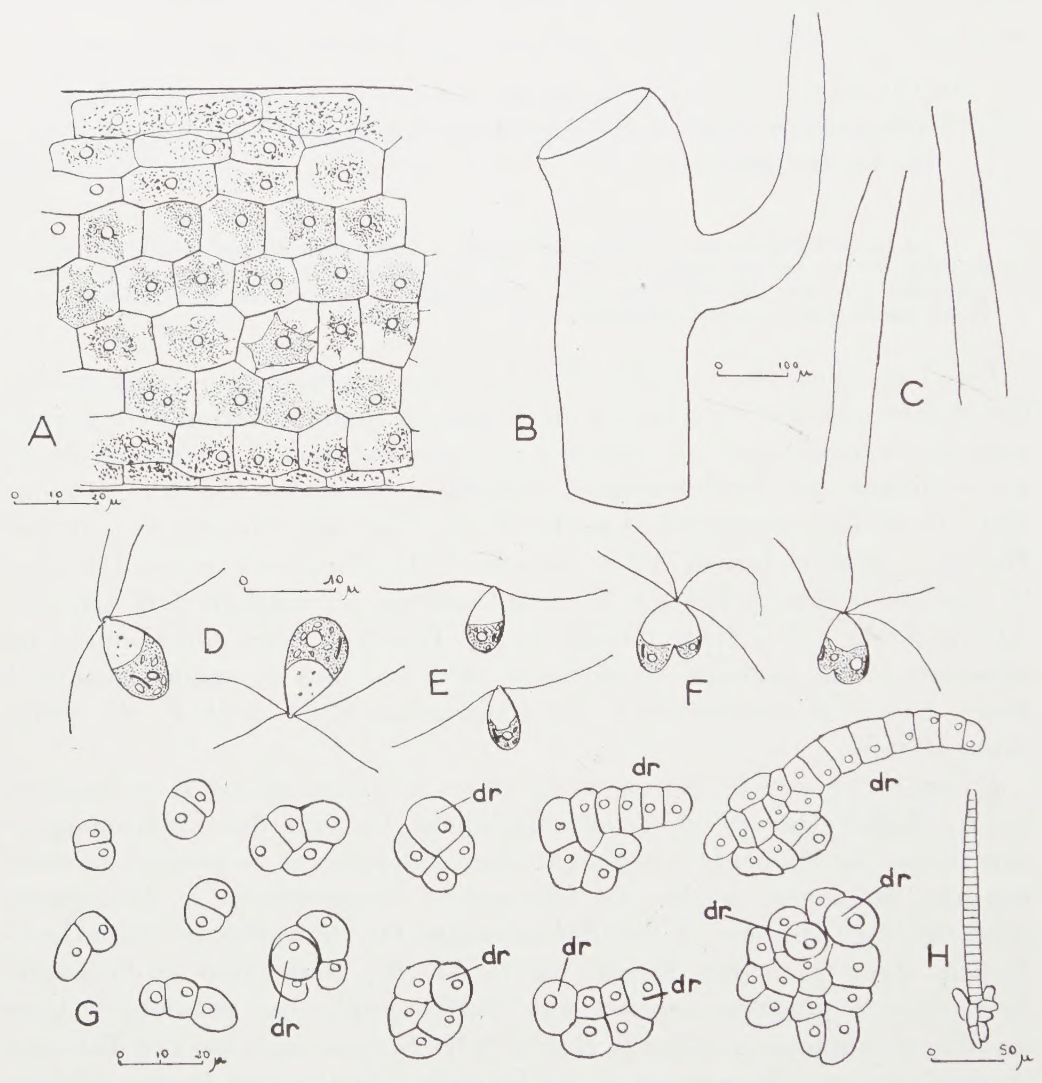
Il est signalé l'existence en milieu saumâtre, à Saint-Jean-de-Luz, d'une Entéromorphe décrite comme espèce nouvelle : *E. Sancti Joannis*, se distinguant principalement par ses filaments très fins, cylindriques, non ramifiés, sa reproduction et les caractères du développement.

Les Entéromorphes vivant dans les eaux saumâtres, à l'embouchure des rivières marines ou dans les marécages en communication avec la mer, sont assez nombreuses et variées : les unes habitent à un niveau élevé, au voisinage des Phanérogames halophiles ou fixées sur elles, comme *Ent.* (*Blidingia*) *marginata* (Agardh) P. D., *Ent. torta* Reinb., *Ent. Ralfsii* Harvey, certaines formes d'*Ent. intestinalis* L., d'autres se rencontrent sur la vase ou le limon, fixées à de petits cailloux ou échouées : *E. clathrata* (Roth) J. Ag., *E. crinita* (Roth) J. Ag. D'autres enfin affectionnent les ruisselets et les courants d'eau douce ou d'eau plus ou moins dessalée à marée basse : *E. intestinalis* L., *E. Hendayensis* P. D. et H. P., *E. Ahlneriana* Bliding.

Parmi les espèces les plus souvent citées en milieu saumâtre se trouvent les *E. Ralfsii* Harvey et *E. torta* Reinbold. Ce sont des Entéromorphes constituées de filaments très fins, tortueux, dépourvus en général de ramification. Mélangées à elles se rencontrent fréquemment le *Percursaria percursa* (Ag.) Rosenv. et des *Rhizoclonium*. Or, en amont de Saint-Jean-de-Luz, dans les marais formés par la Nivelle, nous avons eu l'occasion de récolter à plusieurs reprises une Entéromorphe qui présente certains caractères communs avec les *E. Ralfsii* et les *E. torta*, mais qui s'en distingue en particulier par la grosseur de ses filaments. Nous avons étudié sa reproduction et nous l'avons cultivée au laboratoire. Finalement, nous pensons qu'il s'agit d'une espèce nouvelle et nous la décrirons sous le nom d'*E. Sancti Joannis*.

L'algue en question forme au printemps de larges matelas d'un beau vert sur les berges sableuses ou vaseuses des marigots qui découpent le marais salé, à la base des Phanérogames, donc à un niveau élevé. Constitués par un enchevêtrement de filaments tortueux ces amas à toucher muqueux semblent à première vue échoués mais, en les récoltant, on s'aperçoit qu'ils sont probablement développés sur place, adhérant faiblement au substrat ferme et légèrement graveleux.

Les filaments enchevêtrés de cette Entéromorphe sont simples, souvent très longs et très fins : c'est ainsi qu'on peut isoler des fils simples ayant 20 ou 25 cm de long et capillaires, dont le diamètre est assez uniforme. D'autre part si l'on considère un ensemble de filaments on voit que le diamètre



A. Segment d'un filament de l'*E. Sancti Joannis* nov. sp. montrant les cellules à chromatophore étoilé muni d'un, ou parfois de deux pyrénoïdes; B. Segment de fronde montrant le départ exceptionnel d'une branche; C. Segments de frondes d'un type moyen; D. Zoospores; E. Gamètes; F. Copulation des gamètes; G. Divers stades du développement, formation du disque et de la fronde dressée (dr.); H. Plantule plus âgée.

de ceux-ci peut varier considérablement entre 80 à 500 μ environ (*fig.* B, C).

Les filaments sont cylindriques, tubuleux, tortueux, composés de cellules polygonales régulièrement disposées, ayant 10 à 15 μ de largeur et en général isodiamétriques ou un peu allongées dans le sens longitudinal (*fig.* A). Un certain alignement peut se manifester assez souvent

et sur les petits filaments en particulier on observe des files cellulaires nettes et un peu hélicoïdales assez souvent.

Le chromatophore est du type léger, mince, finement perforé, de forme irrégulière, un peu étoilé, n'occupant le plus souvent qu'une partie de la face proximale des cellules. Il peut être lisse ou garni de grains d'amidon. En règle générale il n'existe qu'un pyrénoïde, cas de beaucoup le plus fréquent; il n'est pas rare toutefois d'observer deux pyrénoïdes et ce nombre peut même se trouver plus fréquemment sur certains filaments, tandis que le nombre 3 est de toutes façons rare ou très rare.

Pendant longtemps nous avons considéré que, chez cette Entéromorphe, l'absence de toute ramification était absolue. Cependant nous avons eu l'occasion d'examiner, dans certains échantillons, quelques très gros filaments qui étaient assez rares parmi d'autres de taille petite ou moyenne. Ces gros filaments auraient pu appartenir à une autre espèce, mais les caractères cellulaires étaient semblables à ceux des petits filaments. D'autre part, nous avons pu observer des branches très rares et d'un type particulier, le point de départ du rameau présentant un élargissement caractéristique (*fig.* B). Or ces branches s'allongent en filaments très fins ayant exactement la structure des filaments typiques d'*E. Sancti Joannis.* Il se confirme donc que notre espèce peut avoir des filaments relativement gros vers la base (jusqu'à 5 ou 600 μ de diamètre) et qu'elle peut se ramifier, très faiblement d'ailleurs, dans cette région. La culture au laboratoire, comme nous le verrons, a confirmé ce dernier point.

La reproduction a été observée tout d'abord sur des algues coupées en menus fragments et incitées, de cette manière, suivant une méthode qui nous est propre, à former des corps reproducteurs; ceux-ci sont des zoospores à quatre cils et des gamètes à deux cils. La reproduction a été observée également sur des algues peu après leur récolte, qui donnaient dans les vases de culture une bordure verte à phototactisme positif où se manifestaient à la fois des gamètes et des zoospores. Ces dernières ont environ 8-10 μ de long sur 4-5 μ de large avec des flagelles un peu plus longs que le corps, un chromatophore avec un pyrénoïde et des grains d'amidon, un stigma (*fig.* D). Les gamètes ont 7-8 μ de long sur 3-4 μ de large; ils ont un chromatophore avec un pyrénoïde, un stigma petit en bâtonnet et des cils de 10 à 12 μ de long (*fig.* E).

La copulation donne des images correspondant à une nette hétérogamie (*fig.* F) non seulement en raison de la taille différente des gamètes appariés, mais encore par suite de la présence de pyrénoïdes et de stigmas inégaux chez les deux partenaires.

Le développement a été obtenu aux dépens d'un ensemble de zoïdes correspondant à des zoospores ou à des gamètes. On constate, dès les premiers jours, que certaines cellules fixées grossissent, tandis que d'autres restent petites et sont destinées sans doute à péricliter; ces dernières

représentent probablement des gamètes et nous pensons que le développement observé par nous est principalement celui des zoospores.

Or, l'*Ent. Sancti Joannis* montre une certaine variété dans les plantules obtenues après quelques jours de culture (*fig.* G). Il apparaît nettement toutefois que le développement de cette espèce est d'un type original qui rappelle celui de l'*E. tubulosa*, mais qui ne lui est pas équivalent. C'est ainsi que les premiers cloisonnements font apparaître une formation basale pluricellulaire, plus semblable parfois à un glomérule qu'à un disque proprement dit (*fig.* G). Il se forme donc un petit groupe de cellules d'où émerge plus ou moins tôt, un, ou parfois plusieurs filaments dressés.

Les cultures ont prospéré, donnant naissance à des filaments tortueux, simples, sans ramules, d'un diamètre à peu près constant, formant finalement une touffe crépue volumineuse qui reste fixée à la lame porte-objet.

Les filaments examinés vers leur point de fixation montrent quelques branches filiformes alors que les rameaux font défaut partout ailleurs, ce qui correspond à ce que nous avons observé sur les algues vivant dans leurs stations naturelles. Au bout de deux mois la culture se composait de filaments entremêlés d'environ 70 μ de diamètre, ayant 12 à 16 files cellulaires en moyenne. La reproduction a eu lieu à ce stade et les filaments ont émis des zoïdes formés dans des segments intercalaires du thalle assurant le développement d'une nouvelle génération.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

PRÉSENTÉS OU TRANSMIS PAR LES MEMBRES ET CORRESPONDANTS.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Estimation dans les processus de Markov permanents.* Note de M. **Bui Trong Lieu**, présentée par M. Maurice Fréchet.

Reprenons les notations de [1]. Soit un processus de Markov $\{P_t(\theta), t \in R_+\}$ permanent homogène où $\mathfrak{X} = \{1, 2, \ldots, r\}$. Appelons (C) la condition de continuité suivante :

$$\lim_{t \to 0} p_{ij}(t;\theta) = \delta_{ij}, \qquad \forall\, i, j \in \mathfrak{X}, \qquad \forall\, \theta \in I.$$

Nous supposerons dans ce qui suit, l'hypothèse $(\mathcal{L}_1)$ suivante :

1° $\exists$ un $\theta_1 \in I$ pour lequel $\lim_{t \to 0} p_{ij}(t;\theta) = \delta_{ij}$, $\forall\, i, j \in \mathfrak{X}$;

2° $(\partial/\partial\theta)\, p_{ij}(t;\theta)$ existe et est continue en θ, $\forall\, t \in T$ et $\forall\, i, j \in \mathfrak{X}$;

3° $\lim_{t \to 0} (1/t)\,(\partial/\partial\theta)\, p_{ij}(t;\theta)$ existe uniformément en θ, $\forall\, i, j \in \mathfrak{X}$.

Nous ajouterons plus tard l'hypothèse $(\mathcal{L}_2)$ que

$$\lim_{t \to \infty} p_{ij}(t;\theta) = \Pi_j(\theta), \qquad \forall\, \theta \in I \qquad \text{et} \qquad \forall\, i \in \mathfrak{X}.$$

Proposition 1. — *Sous l'hypothèse $(\mathcal{L}_1)$, on a*

$$\text{(i)}\quad \lim_{t \to 0} \frac{\delta_{ij} - p_{ij}(t;\theta)}{t} = \begin{cases} q_i(\theta) < \infty & \textit{si}\ \ j = i, \\ -q_{ij}(\theta)\ \textit{avec} \sum_j q_{ij}(\theta) = q_i(\theta) & \textit{si}\ \ j \neq i, \end{cases} \quad \textit{uniformément en}\ \theta.$$

[*Nous posons par convention* $q_{ii}(\theta) = 0$].

$$\text{(ii)}\qquad \frac{d}{d\theta} q_{ij}(\theta) = \lim_{t \to 0} \frac{1}{t} \frac{\partial}{\partial\theta} p_{ij}(t;\theta), \qquad \forall\, i, j \in \mathfrak{X}, \quad \textit{uniformément en}\ \theta.$$

Considérons maintenant $\{X_t, t \in R_+\}$ la fonction aléatoire strictement stationnaire du processus, ayant $\Pi(\theta)$ pour probabilité absolue. Supposons qu'on observe l'évolution dans l'intervalle $[0, T]$. Appelons $N_j^i(T)$ le nombre de fois qu'on passe de i à j, $T_j(T)$ la durée totale de séjour dans j. Si $\Pi(\theta)$ et $Q(\theta) = P'_0(\theta)$ sont données, alors

Proposition 2. — *Sous les conditions $(\mathcal{L}_1)$ et $(\mathcal{L}_2)$, $\forall\, \theta \in I$, quand* $T \to \infty$,

$$\frac{N_j^i(T)}{T} - \Pi_i(\theta)\, q_{ij}(\theta) \to 0 \qquad \text{p. s. et en m. q.,}$$

$$\frac{T_j(T)}{T} - \Pi_j(\theta) \to 0 \qquad \text{p. s. et en m. q.,} \qquad \forall\, i, j \in \mathfrak{X}.$$

PROPOSITION 3. — *Sous les hypothèses* ($\mathcal{L}_1$) *et* ($\mathcal{L}_2$), *l'équation de vraisemblance s'écrit*

$$(1)\qquad \frac{1}{T}\frac{d}{d\theta}\log \Pi_{x_0}(\theta)-\frac{1}{T}\sum_i \frac{d}{d\theta}q_i(\theta)\,T_i(T)+\frac{1}{T}\sum_{i,j}\frac{d}{d\theta}\log q_{ij}(\theta)\,N_j^i(T)=0.$$

Mais en général, toutes les conditions de ($\mathcal{L}_1$) *ne sont pas vérifiées. Par extension, nous définirons encore* (1) *comme équation de vraisemblance « au sens large ».*

PROPOSITION 4. — *Sous* (C) *et* ($\mathcal{L}_2$), *si* $(d^\nu/d\theta^\nu)\,\Pi_i(\theta)$, $(d^\nu/d\theta^\nu)\,q_i(\theta)$ *et* $(d^\nu/d\theta^\nu)\,q_{ij}(\theta)$ ($\nu = 1, 2, 3$) *existent et sont bornées sur* I, $\forall\, i, j \in \mathfrak{X}$, *alors*

(i) *L'équation* (1) *possède une racine simple quand* $T \geq T_0$, *où* T_0 *est une variable aléatoire p. s. finie; cette racine, notée* $\mathcal{C}_T$, *tend p. s. vers* θ_0, *valeur vraie de* θ, *quand* $T \to \infty$.

(ii) *Ajoutons l'hypothèse* ($\mathcal{L}_1$). *Quand* $T\to\infty$, $\sqrt{T}(\mathcal{C}_T - \theta)$ *suit asymptotiquement une loi de Laplace-Gauss de moyenne* 0 *et d'écart-type*

$$\sigma=\frac{1}{\sqrt{\displaystyle\sum_{i,j}\frac{\Pi_i(\theta)}{q_{ij}(\theta)}\left(\frac{d}{d\theta}q_{ij}(\theta)\right)^2}}.$$

APPLICATIONS. — 1° *Estimation d'un élément quelconque* q_{ij} *de la matrice* Q, *étant donnés* $\{ N_l^k(T), T_k(T) \}$:

PROPOSITION 5. — *Supposons que* $0 < q_{ij} < \infty$. *L'estimateur* $\hat{q}_{ij}$ *de* q_{ij} *sera*

(i) *exhaustif* : $\hat{q}_{ij} = N_j^i(T)/T_i(T)$;

(ii) *convergent* : $\hat{q}_{ij} \to q_{ij}$ *p. s. quand* $T\to\infty$;

(iii) *asymptotiquement efficace* : $\sqrt{T}(\hat{q}_{ij} - q_{ij})$ *suit asymptotiquement une loi de Laplace-Gauss de moyenne* 0 *et d'écart-type* $\sqrt{q_{ij}/\Pi_i}$.

Etant donnée la forme particulière de l'estimateur de q_{ij}, *nous en déduisons une estimation de la matrice* Q *elle-même, avec*

$$\hat{q}_i=\sum_{k\neq i}\frac{N_k^i(T)}{T_i(T)}.$$

2° *Estimation de la matrice* Π *des probabilités absolues compatible avec celle de* Q *donnée ci-dessus.*

PROPOSITION 6. — $\exists$ *un estimateur* $\hat{P}_i$ *pour chaque* P_i, *compatible avec les* $\hat{q}_{ij}$, $\forall\, i, j\in\mathfrak{X}$, *avec les propriétés suivantes :*

(i) $\hat{P}_i = T_i(T)/T$;

(ii) $\hat{P}_i$ *est sans biais* : $E\hat{P}_i = P_i$;

(iii) $\hat{P}_i$ *est convergent* : $\hat{P}_i \to P_i$ *p. s. et en m. q. quand* $T\to\infty$, $\forall\, i \in\mathfrak{X}$.

(1) BUI TRONG LIEU, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 1339.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Calcul relativiste de l'état fondamental du deutéron.*
Note de M. **Claude Deutsch**, présentée par M. Louis de Broglie.

On généralise le calcul phénoménologique du deutéron établi dans une Note précédente. On considère les nucléons comme des sources ponctuelles, sans recul, du champ mésique. On obtient une théorie invariante par conjugaison de charge. On en déduit l'indépendance de charge des forces nucléaires. On dédouble le champ complexe en deux champs scalaires neutres. On voit alors que le potentiel de Yukawa n'a de sens physique que d'un point de vue relativiste. La constante d'interaction proton-neutron est donnée par $g^2/4\pi = e^2$.

On généralise le calcul non relativiste de l'état fondamental du deutéron [1]. Les nucléons sont considérés comme les sources du champ de pions chargés. Le champ mésique s'écrit

$$\Phi = \frac{1}{\sqrt{2}}[\Phi_1(x) - i\Phi_2(x)],$$

Φ_1 et Φ_2 sont réels [2]. Les équations du champ se déduisent de la densité de lagrangien

$$\mathcal{L} = -[\Phi_{,\nu}\Phi^*_{,\nu} + m^2\Phi\Phi^*]$$

elles deviennent

$$[\Box^2 - m^2]\Phi = 0,$$
$$[\Box^2 - m^2]\Phi^* = 0,$$

car Φ_1 et Φ_2 obéissent séparément à l'équation de Klein-Gordon. L'échange de pions se faisant par quantas discrets, on a [2]

$$\Phi\,(x) = \frac{1}{\sqrt{V}} \sum_{k_0=\omega_k} \frac{1}{\sqrt{2k_0}}[a(k)\,e^{ik.x} + b^\dagger(k)\,e^{-ik.x}],$$

$$\Phi^\dagger(x) = \frac{1}{\sqrt{V}} \sum_{k_0=\omega_k} \frac{1}{\sqrt{2k_0}}[a^\dagger(k)\,e^{-ik.x} + b(k)\,e^{ik.x}],$$

$a(k)$, $a^\dagger(k)$, $b(k)$, $b^\dagger(k)$ étant les opérateurs de création et d'absorption des deux sortes de pions.

$$\omega_k = [k^2 + m^2]^{\frac{1}{2}}, \qquad \hbar = c = 1.$$

L'apparition de pions par paires est une conséquence nécessaire du point de vue relativiste. La charge totale est

$$Q = e\sum_k [N^+(k) - N^-(k)] \qquad [N^\pm(k) = \text{nombre de pions de charge } \pm e].$$

Q est une constante du mouvement. Du point de vue relativiste [3] seules les densités de charge ont un sens physique pour les nucléons, et seules les densités d'énergie ont un sens physique pour les pions.

La charge totale Q ne peut représenter que la différence de charge des nucléons, la symétrie totale de la théorie par rapport aux π^- et aux π^+ est l'expression de l'indépendance de la charge des forces nucléaires. La densité d'énergie définie du champ mésique doit fournir l'énergie de liaison et le potentiel nucléaire.

La densité de charge n'ayant pas de sens physique précis pour les pions, le nombre de pions échangés n'a pas non plus de signification précise.

Étant donnée la symétrie totale entre les Π^- et les Π^+, on peut traiter l'énergie de liaison des deux nucléons comme due à un double courant de pions neutres. On considère la densité d'hamiltonien d'interaction relativiste

$$\mathcal{H}_1(x) = g_c\,\rho(x)\,\Phi(x),$$

g_c = constante d'interaction $= \sqrt{2}\, g$ d'après la décomposition du champ complexe;

$\rho(x) = \sum_n \delta(x - x_n)$ = densité ponctuelle des nucléons supposés infiniment lourds, l'hamiltonien d'interaction $H_1 = \int \mathcal{H}_1(x, t)\, d^3x$ devient

$$H_1 = \frac{g_c}{\sqrt{V}} \sum_k \sum_n \frac{1}{\sqrt{2\omega_k}} [a(k)\, e^{ikx} + a^\dagger(k)\, e^{-ikx}].$$

Seul $\Phi(x)$ est quantifié : ceci signifie que les pions sont émis et réabsorbés. On utilise la théorie des perturbations indépendante du temps, dont l'emploi est rigoureusement justifié pour un champ scalaire neutre (4).

L'énergie de liaison des deux nucléons est donnée en deuxième approximation par

$$\Delta E = \sum_k \frac{[\Phi_0, \mathcal{H}_1 \Phi(k)]\,[\Phi(k), H_1 \Phi_0]}{-\omega_k}.$$

Finalement en remplaçant les sommes par des intégrales, on a

$$\Delta E = \frac{-g_c^2}{V} \sum_k \frac{1}{2\omega^2 k} \sum_{n=1}^{2} \sum_{m=1}^{2} e^{ik(X_m - X_n)}.$$

On écarte les termes linéairement divergents de self-énergie ($n = m$), ce qui donne

$$\Delta E = \frac{-g_c^2}{(2\pi)^3} \int \frac{d^3k\, e^{ik.x}}{m^2 + |k|^2} = \frac{-g_c^2\, e^{-mr}}{4\pi r},$$

$$g_c^2 = 2g^2, \qquad X = X_2 - X_1, \qquad r = |X|,$$

$$m = \frac{1}{\lambda\pi} = \frac{1}{1{,}4 \cdot 10^{-13}} \quad \text{cm}^{-1};$$

$r = a_0$ = rayon électrique du nucléon : $(0{,}80 \pm 0{,}04) \cdot 10^{-13}$ cm.

En faisant $\Delta E = -2,227$ MeV pour le deutéron on a $g^2/4\pi = e^2 \simeq 0,08$, en comparant ([1]) avec le calcul non relativiste.

Le potentiel nucléaire est fourni par le potentiel de Yukawa, mais dans une représentation relativiste seulement. La liaison nucléaire ne peut être décrite que d'un point de vue relativiste; elle ne possède pas d'analogue non relativiste. Le calcul statique du deutéron est simplement dû au fait qu'on peut déterminer la liaison proton-neutron à partir de la structure électromagnétique des nucléons; c'est un cas particulier, non une première approximation.

(1) C. Deutsch, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 1459.
(2) F. Mandl, *Introduction to Quantum field theory*, Interscience, 1960, p. 39.
(3) W. Pauli, *Phys. Rev.*, 58, 1940, p. 716.
(4) G. Wentzel, *Quantum theory of Fields*, Interscience, 1949, p. 49.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Classification algébrique des particules élémentaires et des interactions.* Note (*) de M. **Jean-Marie Souriau**, présentée par M. Joseph Pérès.

A partir d'un « endo-espace » à trois dimensions (espace des mésons neutres), on construit par trois extensions spinorielles successives des espaces permettant de décrire toutes les particules élémentaires (en dehors de leurs propriétés spatio-temporelles). A ces trois extensions sont liés trois types d'interactions et trois lois de conservation; une nouvelle règle de sélection est vérifiée par l'expérience.

1. *Notations.* — Soit $\mathcal{X}$ un espace euclidien; X un élément de $\mathcal{X}$. Nous noterons $X^\star$ le covecteur hermitien conjugué de X (on a donc $X^\star . X = |X|^2$); ${}_{\mathrm{R}}\dim(\mathcal{X})$ la dimension réelle de $\mathcal{X}$ [si $\mathcal{X}$ est muni d'une structure complexe, c'est le double de la dimension complexe ${}_{\mathrm{C}}\dim(\mathcal{X})$]; $\mathcal{S}(\mathcal{X})$ l'espace euclidien complexe des *spineurs* de $\mathcal{X}$; $\gamma(X)$ l'opérateur sur $\mathcal{S}(\mathcal{X})$ associé canoniquement à X au moyen des « matrices de Dirac »; on sait qu'il vérifie identiquement $[\gamma(X)]^2 = X^\star . X$, $[\gamma(X)]^\star = \gamma(X)$. On sait aussi qu'on construit une représentation (non univoque) du groupe orthogonal de $\mathcal{X}$ dans le groupe unitaire de $\mathcal{S}(\mathcal{X})$ en postulant l'invariance de la forme réelle $l = S^\star . \gamma(X) . S$ [S désigne un élément de $\mathcal{S}(\mathcal{X})$]. Cette forme est aussi invariante dans la substitution « de jauge » $X \rightarrow X$, $S \rightarrow S e^{i\alpha}$.

2. *Construction et interprétation d'espaces particulaires.* — Soit $\mathcal{N}$ un espace euclidien réel de dimension 3 (« endo-espace »). Construisons les espaces euclidiens complexes

$$\mathcal{E} = \mathcal{S}(\mathcal{N}), \qquad \mathcal{L} = \mathcal{S}(\mathcal{E}), \qquad \mathcal{B} = \mathcal{S}(\mathcal{M}),$$

en désignant par $\mathcal{M}$ la somme directe $\mathcal{N} + \mathcal{E}$.

On sait que

$${}_{\mathrm{C}}\dim(\mathcal{E}) = 2, \qquad {}_{\mathrm{R}}\dim(\mathcal{E}) = 4, \qquad {}_{\mathrm{C}}\dim(\mathcal{L}) = 4, \qquad {}_{\mathrm{R}}\dim(\mathcal{M}) = 7, \qquad {}_{\mathrm{C}}\dim(\mathcal{B}) = 8;$$

que l'espace $\mathcal{L}$ se décompose canoniquement en deux sous-espaces de demi-spineurs $\mathcal{L}'$ et $\mathcal{L}''$, ayant chacun la C-dimension 2; que la transformation de jauge infinitésimale de $\mathcal{E}$, définie par

$$\delta_{\mathcal{E}} N = 0, \qquad \delta_{\mathcal{E}} E = iE \qquad (N \in \mathcal{N},\ E \in \mathcal{E}),$$

se prolonge canoniquement à tous les espaces considérés; le calcul montre qu'elle a les valeurs propres suivantes : 0, 0, 0 sur $\mathcal{N}$; $+i$, $+i$ sur $\mathcal{E}$; 0, 0 sur $\mathcal{L}'$; $+i$, $-i$ sur $\mathcal{L}''$; $+i$, $+i$, $-i$, $-i$, 0, 0, 0, 0 sur $\mathcal{B}$.

Ceci suggère, entre ces espaces et les familles de particules élémentaires, la correspondance suivante :

$\mathcal{N}$: *mésons neutres* (π^0, K^0_1, K^0_2);

$\mathcal{E}$: *mésons positifs* (π^+, K^+);

$\mathcal{L}$: *leptons;* soit

$\mathcal{L}'$: *deux neutrinos* ν_1 et ν_2;

$\mathcal{L}''$: μ^+ et e^-;

$\mathcal{B}$: *baryons* $(p, \Sigma^+, \Sigma^-, \Xi^-, n, \Lambda^0, \Sigma^0, \Xi^0)$

(chaque espace de spineurs étant d'autre part associé aux antiparticules correspondantes); l'opérateur *charge électrique* est évidemment $(e/i)\,\partial_{\mathcal{E}}$; on associe de même aux transformations de jauge infinitésimales de $\mathcal{L}$ et de $\mathcal{B}$ les opérateurs *charge leptonique* et *charge baryonique*; enfin on prendra les trois formes invariantes associées aux trois structures de spineurs

$$l_1 = B^*.\gamma(N).B, \qquad l_2 = L^*.\gamma(\Gamma).L, \qquad l_3 = B^*.\gamma(M).B$$

comme lagrangiens respectifs pour les interactions *faibles non leptoniques, faibles leptoniques* et *fortes.*

3. *Application aux réactions entre particules.* — L'expression des lagrangiens au moyen des fonctions d'onde des particules n'est pas entièrement déterminée, en raison notamment de la structure spatiotemporelle de celles-ci.

L'expression de l_3, précisée par l'expérience, se trouve dans une Note précédente (1), ainsi que le tableau des réactions fortes correspondantes.

Pour l_2, on peut construire au moyen des matrices de Dirac le tableau des réactions (lepton + antilepton $\Rightarrow$ méson chargé) sans autre ambiguité que la désignation respective des deux neutrinos :

		ν_1	ν_2	μ^-	e^+
$\mathcal{L}'$	ν_1...	0	0	π	K^+
	ν_2...	0	0	$-K^-$	π^+
$\mathcal{L}''$	π^+...	π^+	$-K^+$	0	0
	e^-...	K^-	π^-	0	0

L'expression de l_1 dépend d'un certain nombre de paramètres ajustables; l'invariance CP d'une part, le mode de désintégration des mésons K d'autre part, suggèrent de prendre

$$l_1 = [illegible]\,\pi^0\,[K^+\pi^- + K^-\pi^+] + K_1^0\,[K\;K - \pi\;\pi] + [illegible]\,K_2^0\left[\frac{K^+\pi^- - K^-\pi^+}{i}\right].$$

En désignant par les signes $\xrightarrow{1}$, $\xrightarrow{2}$, $\xrightarrow{3}$ les réactions associées à l_1, l_2, l_3 respectivement, on peut construire des diagrammes pour les réactions

entre particules; indiquons-en qui correspondent aux désintégrations faibles :

$$\mu^+ \xrightarrow{2} (\pi^+ + \nu_1) \xrightarrow{2} e^+ + \nu_2 + \nu_1; \qquad \pi^+ \xrightarrow{2} \mu^+ + \bar{\nu}_1; \qquad \mathrm{K}^+ \xrightarrow{2} \mu^+ + \bar{\nu}_2;$$

$$\mathrm{K}^+ \xrightarrow{1} \pi^0 + \pi^+; \qquad \mathrm{K}^+ \xrightarrow{1} (\pi^0 + \pi^+) \xrightarrow{3} \pi^0 + \pi^0 + \pi^+; \qquad \mathrm{K}^+ \xrightarrow{1} (\pi^0 + \pi^+) \xrightarrow{3} \pi^+ + \pi^- + \pi^+;$$

$$\mathrm{K}_1^0 \xrightarrow{1} \pi^+ + \pi^-; \qquad \mathrm{K}_1^0 \xrightarrow{1} (\mathrm{K}^+ + \mathrm{K}^-) \xrightarrow{3} \pi^0 + \pi^0; \qquad \mathrm{K}_2^0 \xrightarrow{1} (\mathrm{K}^+ + \pi^-) \xrightarrow{1} \pi^0 + \pi^+ + \pi^-;$$

$$\mathrm{K}_2^0 \xrightarrow{1} (\mathrm{K}^+ + \pi^-) \xrightarrow{2} \mu^+ + \bar{\nu}_2 + \pi^-; \qquad \mathrm{K}_2^0 \xrightarrow{1} (\mathrm{K}^+ + \pi^-) \xrightarrow{2} e^+ + \nu_1 + \pi^-;$$

$$n \xrightarrow{3} (p + \pi^-) \xrightarrow{2} p + e^- + \bar{\nu}_2;$$

$$\Lambda^0 \xrightarrow{3} (p + \mathrm{K}^-) \xrightarrow{1} (p + \pi^- + \pi^0) \xrightarrow{3} \begin{cases} n + \pi^0 \\ p + \pi^- \end{cases}$$

$$\Sigma^+ \xrightarrow{3} (p + \bar{\mathrm{K}}^0) \xrightarrow{1} (p + \pi^- + \pi^+) \xrightarrow{3} n + \pi^+;$$

$$\Sigma^+ \xrightarrow{3} (\Lambda^0 + \pi^+) \xrightarrow{1} (\Lambda^0 + \mathrm{K}^+ + \pi^0) \xrightarrow{3} p + \pi^0;$$

$$\Sigma^- \xrightarrow{3} (n + \mathrm{K}^-) \xrightarrow{1} (n + \pi^0 + \pi^-) \xrightarrow{3} n + \pi^-;$$

$$\Xi^- \xrightarrow{3} (\Sigma^0 + \mathrm{K}^-) \xrightarrow{1} (\Sigma^0 + \pi^0 + \pi^-) \xrightarrow{3} \Lambda^0 + \pi^-;$$

$$\Xi^0 \xrightarrow{3} (\Sigma^+ + \mathrm{K}^-) \xrightarrow{1} (\Sigma^+ + \pi^- + \pi^0) \xrightarrow{3} \Lambda^0 + \pi^0.$$

4. *Remarques.* — La théorie conduit à considérer μ^+ et e^- comme leptons, μ^- et e^+ comme antileptons; il y a cependant conservation de la charge leptonique, grâce à l'existence de deux neutrinos et de deux antineutrinos (*voir* ci-dessus la désintégration du muon); on exclut ainsi des réactions non observées, telles que les suivantes : $\mu^\pm \to e^\pm$; $\pi^0 \to \mu^\pm + e^\mp$.

Bien que non explicités jusqu'à présent, le *photon* et les *interactions électromagnétiques* s'insèrent dans le schéma précédent; celles-ci s'obtiennent en remplaçant dans les termes « cinématiques » du lagrangien les dérivées d'espace-temps ∂_j par $\partial_j + e\mathrm{A}_j\partial_g$, e étant la charge élémentaire, les A_j les composantes du photon. Dans ces conditions, toutes les particules et toutes les interactions connues sont décrites (à l'exception toutefois de la gravitation).

(*) Séance du 10 octobre 1960.
(1) *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 2807.

(*Laboratoire de Relativité,*
Faculté des Sciences, Marseille.)

ACOUSTIQUE. — *Sur la définition du facteur d'amortissement d'une impulsion sonore non périodique.* Note (*) de MM. **Constantin Sălceanu** et **Mircea Zăgănescu**, présentée par M. Jean Lecomte.

Rayleigh et Kirchhoff se sont occupés du problème de l'amortissement d'une onde sonore plane, périodique et harmonique, qui se propage dans un milieu quelconque. Ils ont donné pour le coefficient d'absorption, m, de la formule

$$\text{(1)} \qquad I = I_0 e^{-mx},$$

la valeur [1]

$$\text{(2)} \qquad m = \frac{\omega^2}{2c^3}\left(\frac{4}{3}\nu + \frac{\varkappa - 1}{\varkappa}\nu'\right),$$

où ω représente la pulsation, c la vitesse du son, ν la viscosité cinématique ($\nu = \eta/\rho$, où η est la viscosité dynamique), $\varkappa = c_p/c_v$, $\nu' = k/\rho$, k étant le coefficient de conductibilité thermique et ρ la densité. Si l'on néglige le second terme de la formule (2), comme étant petit vis-à-vis du premier, on obtient

$$\text{(3)} \qquad m = \frac{2\omega^2}{3c^3}\,\frac{\eta}{\rho}.$$

Il est évident que ce résultat n'est valable que dans le cas d'une excitation sonore périodique et harmonique.

Dans la présente Note nous nous proposons de définir le coefficient d'absorption dans le cas d'une excitation sonore non périodique.

En faisant appel à l'équation (1) on observe que la grandeur dI/dx a les dimensions d'une énergie par centimètre cube et par seconde et représente l'énergie dissipée sous forme de chaleur dans 1 cm³ et dans 1 s. Le coefficient d'absorption m peut donc être mis sous la forme

$$\text{(4)} \qquad m = \frac{\text{Énergie dissipée sous forme de chaleur par centimètre cube et par seconde}}{\text{Énergie qui traverse 1 cm}^2/\text{s}}.$$

La dimension de cette grandeur est le cm^{-1}. Notons par ε l'énergie dissipée sous forme de chaleur dans 1 cm³ et dans 1 s. Supposons que l'excitation sonore consiste en une seule impulsion sonore constante et durant T secondes. L'énergie, dissipée dans cet intervalle de temps, sera évidemment εT.

Pour calculer l'énergie qui traverse 1 cm², normal à la direction de propagation, en T secondes, nous observons qu'elle représente l'énergie, contenue dans un parallélépipède ayant comme base 1 cm² et cT comme longueur.

Soit E, l'énergie élastique accumulée par centimètre cube dans 1 s. En T secondes sera accumulée l'énergie ET, donc le parallélépipède

contiendra l'énergie $\mathrm{E}c\mathrm{T}^2$. Nous pouvons donc écrire

$$m = \frac{\varepsilon\mathrm{T}}{\mathrm{E}c\mathrm{T}^2} = \frac{\varepsilon}{\mathrm{E}c\mathrm{T}} \tag{5}$$

Il reste à calculer le rapport ε/E. Ces deux énergies sont données par les expressions (²)

$$\varepsilon = \chi(\operatorname{div}\vec{v})^2 + 2\eta(\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2 + 2\gamma_{yz}^2 + 2\gamma_{zx}^2 + 2\gamma_{xy}^2), \tag{6}$$

$$\mathrm{E} = p \operatorname{div}\vec{v}, \tag{7}$$

où

$$\varepsilon_x = \frac{\partial v_x}{\partial x}, \qquad \varepsilon_y = \frac{\partial v_y}{\partial y}, \qquad \varepsilon_z = \frac{\partial v_z}{\partial z}, \tag{8}$$

représentent les vitesses de déformation linéaire suivant x, y, z et γ_{xy}, γ_{yz}, γ_{zx}, les vitesses de déformation angulaire. χ est un coefficient de l'ordre de grandeur de η. Comme, dans le cas idéalisé examiné ici, la vitesse de déformation est constante dans l'intervalle de temps T, on peut concevoir que, dans chaque seconde de cet intervalle de temps, se dissipe la même quantité de chaleur

$$\varepsilon = \chi(\operatorname{div}\vec{v})^2 + 2\eta\varepsilon_x^2. \tag{9}$$

Ici, nous avons considéré la déformation seulement dans la direction de Ox et les déformations angulaires comme nulles. En tenant compte du fait que

$$\operatorname{div}\vec{v} = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z \cong \varepsilon_x, \tag{10}$$

nous obtenons

$$\varepsilon = \varepsilon_x^2(\chi + 2\eta). \tag{11}$$

On a aussi

$$\mathrm{E} = p\,\varepsilon_x, \tag{12}$$

donc

$$\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}} = (\chi + 2\eta)\frac{\varepsilon_x}{p}. \tag{13}$$

Comme les déformations suivant y et z sont nulles, ε_x peut être considéré comme représentant la vitesse de déformation de l'unité de volume. On peut écrire

$$\varepsilon_x = -\frac{\Delta\Omega}{\Omega}\,\frac{1}{\mathrm{T}} \qquad (\Omega = \text{volume}), \tag{14}$$

donc

$$\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}} = -(\chi + 2\eta)\frac{1}{\mathrm{T}}\,\frac{\Delta\Omega}{\Omega p}. \tag{15}$$

D'autre part, le coefficient de compressibilité μ du liquide est donné par la relation

$$-\mu p = \frac{\Delta\Omega}{\Omega}, \tag{16}$$

où p représente la variation de pression. Il en résulte

(17) $$\frac{\varepsilon}{E} = (\chi + 2\eta)\frac{\mu}{T}.$$

Revenant à la formule (5) il résulte

(18) $$m = (\chi + 2\eta)\frac{\mu}{cT^2}.$$

C'est notre formule finale. On observe que m est proportionnel au coefficient de compressibilité, μ, ce qui peut justifier le fait physique d'après lequel un liquide plus compressible dissipe de plus l'énergie sous forme de chaleur.

Si l'on considère n impulsions de durée T secondes, chaque impulsion, dans le parallélépipède cité plus haut, s'accumulera l'énergie EnT^2c.

L'énergie dissipée sous forme de chaleur par seconde sera εnT.

Le rapport de ces deux énergies reste le même. De cette manière, dans le cas d'un train d'impulsions, le coefficient d'absorption ne dépend que de la durée d'une impulsion et non de la distance entre deux impulsions consécutives. Il est évident que ce résultat reste valable seulement dans le cas où les effets d'inertie se négligent.

Prenons un exemple. Une impulsion de durée 10^{-4} s se propage dans l'eau. Les valeurs numériques des constantes physiques sont les suivantes :

[illegible] 1,5.10[illegible], c [illegible] 1,5.10[illegible], $\mu = 5.10^{[illegible]}$, χ [illegible] $\frac{2}{3}\eta$ [illegible] 10^{-2}.

On trouve pour le coefficient d'absorption la valeur 6.10^{-10} cm^{-1}. Il est donc très petit. En appliquant la formule de Rayleigh, on trouve des valeurs comparables à celles de notre formule.

(*) Séance du 19 septembre 1960.

(1) *Handbuch der Physik*, 8, 1927, p. 649.

(2) W. MÜLLER, *Einführung in die Theorie der zähen Flüssigkeiten*, Leipzig, 1932, p. 21.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur certains aspects transversaux de l'extensométrie des résistances pelliculaires.* Note (*) de MM. **Pierre Thureau**, **Bernard Lemière** et **Antoine Colombani**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Si les effets transversaux sur les fils extensométriques sont faciles à réduire ou à éliminer ([1]), ([2]), il n'en est plus de même pour les résistances pelliculaires, à tel point que pour ce type de résistances, il n'est plus possible de ne pas tenir compte du support.

Considérons en effet une résistance pelliculaire de forme rectangulaire, d'épaisseur e, solidaire d'un support auquel on imprime une déformation $\Delta L/L$, parallèle au sens pour lequel on mesure la résistance. En appelant σ' le coefficient de Poisson du support, σ celui de la substance extensométrique, et C sa constante de Bridgman, on peut exprimer la variation relative de la résistance électrique en fonction de la variation relative de la longueur du support dont on suppose la résistance solidaire :

$$\frac{dR}{R}=\frac{d\rho}{\rho}+\frac{dL}{L}-\frac{dl}{l}-\frac{de}{e},$$

compte tenu des expressions

$$\frac{d\rho}{\rho}=C\frac{dV}{V}=C\left(\frac{dL}{L}+\frac{dl}{l}+\frac{de}{e}\right),$$

$$\frac{dl}{l}=-\sigma'\frac{dL}{L}$$

$$\frac{de}{e}=-\sigma\left(\frac{dl}{l}+\frac{dL}{L}\right)=-\sigma(1-\sigma')\frac{dL}{L};$$

on obtient en réduisant

$$K_L=\frac{\dfrac{dR}{R}}{\dfrac{dL}{L}}=2+(c-1)(1-\sigma)(1-\sigma'). \qquad (1)$$

Si maintenant on considère une déformation transversale, c'est-à-dire perpendiculaire au sens pour lequel on mesure la résistance, on peut déterminer de la même manière un coefficient de sensibilité transversale

$$K_T=\frac{\dfrac{dR}{R}}{\dfrac{dl}{l}}, \qquad \text{avec} \quad \frac{dL}{L}=-\sigma'\frac{dl}{l}, \qquad \frac{de}{e}=-\sigma(1-\sigma')\frac{dl}{l},$$

il s'exprime par

$$K_T=-2+(c+1)(1-\sigma)(1-\sigma')+2\sigma(1-\sigma'). \qquad (2)$$

Ainsi, pour une résistance pelliculaire, il devient impossible de définir un coefficient extensométrique sans avoir précisé d'une part la nature

du matériau support, et sans avoir fixé d'autre part le sens de la déformation, car k_T n'est pas en général négligeable devant k_L.

Nous avons contrôlé l'importance des effets transversaux pour des films de bismuth, obtenus par évaporation sous vide. Ces films sont disposés en croix sur une lame rectangulaire de plexiglas qui est soumise soit à une flexion, soit à une traction (*fig.* 1). Un extensomètre à fil résistant, juxtaposé

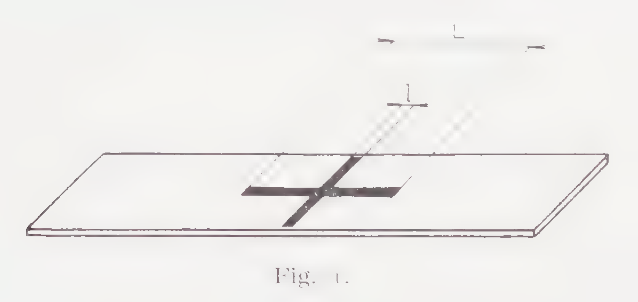


Fig. 1.

au film, permet de déterminer l'allongement relatif de la lame support.

L'épaisseur du film étant difficile à évaluer avec précision, nous avons repéré les divers films par un paramètre e/ρ qui s'exprime en Ω^{-1} et qui ne tient compte que de la résistance du film pour des dimensions superficielles données.

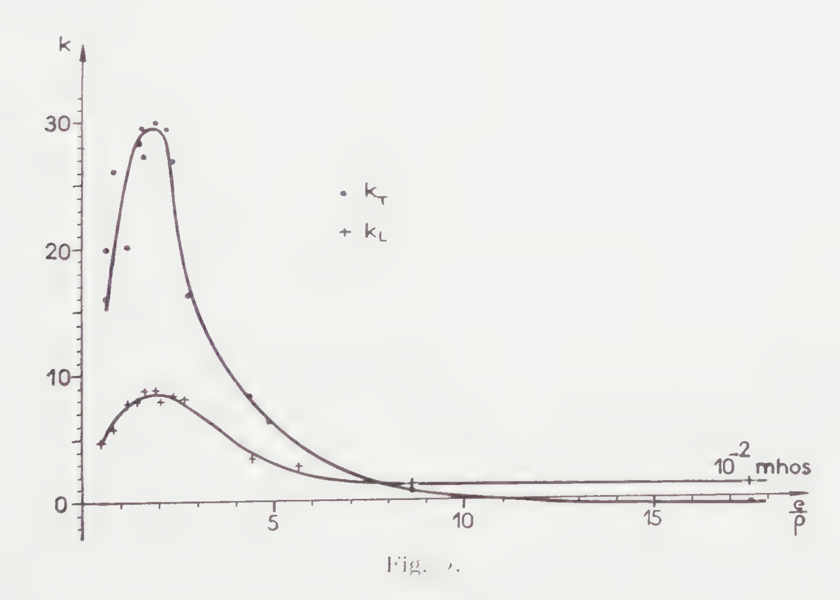


Fig. 2.

Après avoir contrôlé la linéarité de $\Delta R/R$ en fonction de la déformation relative ([3]), ([6]), ([7]), ([8]), nous avons porté sur un même graphique (*fig.* 2) les coefficients longitudinaux k_L et transversaux k_T, en fonction de e/ρ, pour un support de plexiglas de 2 mm d'épaisseur, de qualité demi-plastifiée.

Si, pour des films relativement épais, les coefficients k_L et k_T sont respectivement positifs et négatifs, ainsi que le laissent prévoir les formules (1) et (2), il n'en est pas de même pour les faibles épaisseurs,

pour lesquelles k_T est supérieur à k_L, et positif. La sensibilité transversale atteint près de 4 fois la sensibilité longitudinale pour un rapport e/ρ voisin de 2.10^{-2}, correspondant sensiblement aux maximums des courbes (3).

Un effet transversal analogue a été constaté pour des films d'antimoine et d'étain déposés également sur plexiglas. Des essais faits dans les mêmes conditions sur support de verre, donnent des résultats équivalents.

Pour toutes ces mesures, une dérive thermique notable entraîne une sensible dispersion des points expérimentaux (7), (8).

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) W. T. Bean Jr, *Tatuall Measuring Systems. Detroit. Mich., A. S. T. M. spec. tuh. Public. U. S. A.*, n° 130, 1958, p. 12.
(2) P. Jackson, *Istrum. Proct.*, 6, B, n° 7, 1953, n° 10, p. 775-786.
(3) A. Colombani, B. Laniepse et P. Huet, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 3946.
(4) V. I. Kajdanov et A. E. Regel', *Zh. tekk. Fiz. S. S. S. R.*, 28, n° 2, 1958, p. 402-411.
(5) S. Tunakan, *Rev. Fac. Sc. Acad. Istambul*, série C, 19, n° 1, 1954, p. 15-22.
(6) M. Teichgraber et H. Straubel, *Z. Naturforschg*, A, 12, n° 6, 1957, p. 524.
(7) W. R. Campbell, *National Bureau of Standards*, 528, 15 février 1954, p. 131.
(8) A. Krinsky et R. L. Parker, *Bull. Amer. Phys. Soc.*, 1959, p. 214-215.

MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques de* Fe_3P. Note de Mme **Marie-Claire Cadeville** et M. **André J.-P. Meyer**, transmise par M. Gabriel Foëx.

Fe_3P est un ferromagnétique normal, avec un point de Curie à 443° C et un moment à saturation de 1,840 μ_B par atome de fer. A 16° C le vecteur aimantation est maintenu dans le plan de base de la maille quadratique par une énergie d'anisotropie : $-5,3.10^6 \sin^2\theta + 2,4.10^6 \sin^4\theta$. Le champ coercitif maximal observé à 18° C est de 107 Oe.

Le composé Fe_3P a été préparé par fusion d'un mélange en proportions adéquates de poudres de fer et de phosphore rouge, fournissant un mélange de Fe_3P et d'une solution solide de Fe-P. Cette dernière est ultérieurement dissoute à l'acide nitrique froid. Fe_3P qui subsiste seul, se présente alors sous forme de petites aiguilles quadratiques, bleuâtres et brillantes. Une fusion de ces aiguilles permet d'obtenir des échantillons massifs de Fe_3P pur, sur lesquels nous avons mesuré une densité de 7,13. D'après Hägg [1], Fe_3P possède une maille quadratique centrée contenant 24 atomes avec $a = 9,108$, $c = 4,455$, $c/a = 0,4891$.

Fe_3P est un ferromagnétique connu [2], [3]. L'analyse thermomagnétique nous a montré une variation thermique normale de l'aimantation spontanée. Le point de Curie, bien défini, est à 443°C en bon accord avec les observations antérieures [2], [3].

A température ambiante (16°C), la variation de l'aimantation en fonction du champ est représentée par une loi d'approche à la saturation $\sigma = \sigma_\infty(1 - b/H^2)$ avec $\sigma_\infty = 142,0$ et $b = 6,13.10^6$. Entre 90 et 270°K l'aimantation à saturation varie en fonction de la température suivant une loi $\sigma_{\infty, T°K} = \sigma_{\infty.0°K}(1 - AT^2)$. L'extrapolation vers T = 0°K permet de définir $\sigma_{\infty.0°K} = 155,3$ d'où se déduit un moment absolu de 1,840 μ_B par atome de fer dans la molécule.

L'examen microscopique montre qu'un champ magnétique fait tourner les petites aiguilles quadratiques de Fe_3P de manière à placer leur grand axe perpendiculairement à la direction du champ. On en déduit que la position privilégiée du vecteur aimantation se situe dans le plan de base de la maille quadratique. Les constantes de l'énergie d'anisotropie représentée simplement par $E = K \sin^2\theta + K' \sin^4\theta$ ont été déterminées par la méthode de Sucksmith et Thompson [4] sur un ensemble d'aiguilles orientées dans un champ de topographie adéquate puis fixées par de la paraffine solidifiée. On obtient ainsi à 16°C : $K = -5,3.10^6$, $K' = 2,4.10^6$ ergs/cm^3. L'énergie d'anisotropie de Fe_3P est, au signe près, du même ordre de grandeur que celle du cobalt et de MnBi.

Les valeurs numériques de K et K′ définissent la position du vecteur aimantation comme située dans le plan de base du cristal, en accord avec nos observations visuelles. Ce fait permet de prévoir que malgré l'impor-

tance de l'énergie d'anisotropie, le champ coercitif de Fe_3P doit être peu élevé. Le champ coercitif maximal que nous avons pu observer à 18°C sur un ensemble de grains fixés n'est en effet que de 107 Oe.

Entre 90°K et le point de Curie, la variation thermique de l'aimantation relevée dans des champs faibles ne présente pas d'anomalie permettant de conclure à un changement d'orientation préférentielle du vecteur aimantation.

Aux températures supérieures au point de Curie, Fe_3P présente un paramagnétisme normal de Curie-Weiss. A partir de 680°C jusqu'à 1020°C, limite supérieure de nos mesures, les valeurs expérimentales de $1/\chi$ portées en fonction de T définissent une droite $1/\chi = (T - \theta_p)/C$ avec $\theta_p = 508$°C, et $C_{Mol} = 4,23$ d'où se déduit un moment paramagnétique conventionnel de 1,94 μ_B par atome de fer de la molécule.

(1) G. Hägg, *Z. Krist.*, 68, 1928, p. 470; *Nova Acta Regiae Soc. Sc. Upsaliensis*, (4), 7, 1929, p. 26-43.

(2) H. Le Chatelier et S. Wologdine, *Comptes rendus*, 149, 1909, p. 709.

(3) J. L. Haughton, *J. Iron Steel Inst.*, 115, 1927, p. 417-433.

(4) W. Sucksmith et J. E. Thompson, *Proc. Roy. Soc.*, 225 A, 1954, p. 362.

(*Laboratoires Pierre Weiss, Institut de Physique, Strasbourg.*)

ÉLECTROMAGNÉTISME THÉORIQUE. — *Sur la théorie du câble coaxial.* Note (*) de M. **Paul Poincelot**, présentée par M. Louis de Broglie.

J'ai l'intention d'étudier la propagation le long d'un câble coaxial, en régime sinusoïdal, à partir des équations de Maxwell, sans introduire les notions de constantes linéiques, et en simplifiant les hypothèses faites par M. Pollaczek [1]. La méthode peut d'ailleurs être appliquée à toutes les structures coaxiales, lorsque le phénomène admet une symétrie cylindrique. La section droite du câble est représentée par la figure, où les milieux 1 et 3 sont constitués par le même métal, tandis que 2 est un diélectrique. Je choisis un système de coordonnées cylindriques (z, ρ, φ), l'axe Oz étant perpendiculaire au plan de la figure. Le conducteur externe s'étend à l'infini. Pour chacun des milieux, le champ magnétique possède une seule composante $\mathcal{H}_\varphi = \mathcal{H}$, qui satisfait à l'équation

$$\overrightarrow{\text{rot}}\,\text{rot}\,\vec{\mathcal{H}} - k^2\vec{\mathcal{H}} = 0,$$

avec

$$k = \sqrt{\mu\varepsilon\omega^2 - i\mu\sigma\omega} \qquad [\mathcal{R}(k) > 0,\ \mathcal{I}(k) < 0].$$

Les composantes du champ électrique sont

$$(1) \qquad E_z = \frac{1}{i\omega\varepsilon + \sigma}\,\frac{1}{\rho}\,\frac{\partial}{\partial\rho}(\rho\mathcal{H}),$$

$$E_\rho = -\frac{1}{i\omega\varepsilon + \sigma}\,\frac{\partial\mathcal{H}}{\partial z}.$$

Appliquant des formules connues du calcul vectoriel, on trouve aisément

$$\frac{\partial^2\mathcal{H}}{\partial\rho^2} + \frac{1}{\rho}\,\frac{\partial\mathcal{H}}{\partial\rho} - \frac{1}{\rho^2}\mathcal{H} + \frac{\partial^2\mathcal{H}}{\partial z^2} + k^2\mathcal{H} = 0.$$

Je recherche un mode de propagation à variables séparées :

$$\mathcal{H}(\rho, z) = f(\rho)\,g(z);$$

il vient

$$g'' + \alpha^2 g = 0, \qquad f'' + \frac{1}{\rho}f' + \left(k^2 + \alpha^2 - \frac{1}{\rho^2}\right)f = 0 \qquad (\alpha = \text{Cte}).$$

D'où la solution

$$\mathcal{H} = C_1(\rho u)\,e^{-\alpha z},$$

C_1 étant une fonction cylindrique, avec

$$u = \sqrt{k^2 + \alpha^2} \qquad [\mathcal{R}(u) > 0,\ \mathcal{I}(u) < 0].$$

Posant $u/(i\omega\varepsilon + \sigma) = \varpi$, je trouve la solution :

Milieu 1 : $\mathcal{H} = A_1\,J_1(\rho u_1)\,e^{-\alpha z}$,

» 2 ; $\mathcal{H} = [A_2\,J_1(\rho u_2) + A_3\,N_1(\rho u_2)]\,e^{-\alpha z}$,

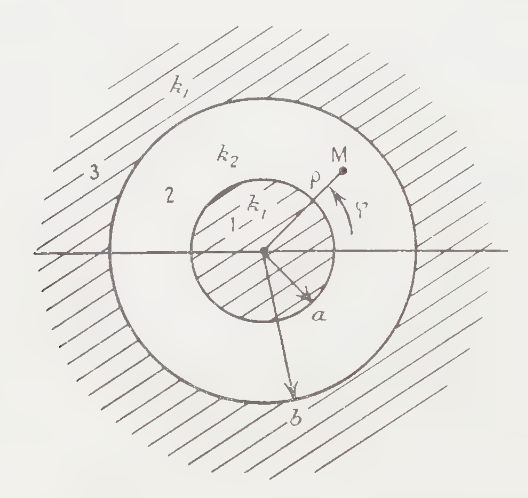
» 3 : $\mathcal{H} = A_4\,H_1^{(2)}(\rho u_1)\,e^{-\alpha z}$,

compte tenu de la valeur des fonctions $N_1(\rho u_1)$ et $H_1^{(2)}(\rho u_1)$, respectivement, pour $\rho = 0$ et $\rho = +\infty$.

En vertu de (1) et de propriétés connues des fonctions cylindriques de première espèce, la composante longitudinale du champ électrique a pour expression :

$$\text{Milieu 1 :}\quad E_z = A_1 \varpi_1 J_0(\rho u_1)\, e^{-\alpha z},$$
$$\text{» 2 :}\quad E_z = \varpi_2 [A_2 J_0(\rho u_2) + A_3 N_0(\rho u_2)]\, e^{-\alpha z},$$
$$\text{» 3 :}\quad E_z = A_4 \varpi_1 H_0^{(2)}(\rho u_1)\, e^{-\alpha z}.$$

J'exprime ensuite la continuité de $\mathcal{H}$ et de E_z, aux surfaces de discontinuité; avec la condition à l'infini, elle assure l'unicité de la solution ([3]).



J'obtiens, pour déterminer les constantes arbitraires A_1, A_2, A_3 et A_4, un système algébrique linéaire et homogène de quatre équations à quatre inconnues :

$$A_1 J_1(au_1) - A_2 J_1(au_2) - A_3 N_1(au_2) + 0 = 0,$$
$$0 + A_2 J_1(bu_2) + A_3 N_1(bu_2) - A_4 H_1^{(2)}(bu_1) = 0,$$
$$A_1 \varpi_1 J_0(au_1) - A_2 \varpi_2 J_0(au_2) - A_3 \varpi_2 N_0(au_2) + 0 = 0,$$
$$0 + A_2 \varpi_2 J_0(bu_2) + A_3 \varpi_2 N_0(bu_2) - A_4 \varpi_1 H_1^{(2)}(bu_1) = 0.$$

Soit Δ le déterminant des inconnues. On vérifie facilement qu'il n'est pas identiquement nul. La condition $\Delta = 0$ conduit à une équation transcendante pour la détermination de α ([4]), et par suite, des champs en tous points. Ce calcul pourrait être entrepris par un laboratoire spécialisé, pourvu des machines à calculer actuelles.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

([1]) F. Pollaczek, *J. Phys. Rad.*, 8, nos 7 et 8, juillet et août 1947.

([2]) L. de Broglie, *Problèmes de propagations guidées d'ondes électromagnétiques*, Gauthier-Villars, 2e éd., 1951.

([3]) P. Poincelot, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 2182; *Annales des Télécommunications*, 15, nos 3-4, mars-avril 1960, p. 77-83.

([4]) A. M. Clogston, *Bell Syst. Tech. J.*, 30, juillet 1951, p. 491-526; *Proc. I. R. E.*, juillet 1951, p. 767-782; S. P. Morgan, *Bell Syst. Tech. J.*, septembre 1952, p. 883-949; novembre 1952, p. 1121-1206.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Résonance magnétique nucléaire haute résolution de composés acétyléniques. Effets de solvant sur la fréquence de résonance de l'hydrogène acétylénique des alcynes-1.* Note (*) de M. **Bernard Braillon**, présentée par M. Jean Lecomte.

L'identification (¹), dans le spectre de résonance magnétique nucléaire haute résolution des alcynes-1 à chaîne droite, des fréquences de résonance de plusieurs groupes de protons de la molécule a permis l'étude des effets de différents solvants sur les déplacements chimiques de l'hydrogène acétylénique vrai et des hydrogènes du méthyle terminal.

Les mesures ont été faites à 30 MHz (spectromètre Varian V 4300-B), par rapport au tétraméthylsilane (TMS) référence interne, par la méthode des satellites de modulation sur des solutions étendues d'alcyne-1 dans chacun des solvants étudiés. Les résultats obtenus ont été extrapolés graphiquement à concentration nulle dans chaque solvant. La précision sur les valeurs extrapolées est estimée à $\pm$ 0,15 Hz, soit $\pm$ 0,005 millionième. Le tableau donne les valeurs des « effets de solvant », ainsi mesurés, dans le cas de l'hexyne-1 (colonnes 3 et 4) et, pour comparaison, ceux déjà mesurés, de façon légèrement différente, dans le cas du chlorure de propargyle (²) (colonne 5) et du bromure de propargyle (³) (colonne 6).

L'examen du tableau conduit aux remarques suivantes :

a. Hormis les cas de C_6H_6 et, à un degré bien moindre, de CCl_4, les « effets de solvant » sur les hydrogènes du méthyle terminal sont pratiquement nuls. A ces exceptions près, ceci justifie l'utilisation d'une référence interne pour l'évaluation des effets de solvant et permet de penser que le remplacement de TMS par C_6H_{12} aurait donné les mêmes résultats.

b. Aucune corrélation, même approximative, n'est apparente entre les valeurs des effets de solvant observés sur l'hydrogène acétylénique et,

— d'un point de vue général, le caractère accepteur de proton plus ou moins marqué des solvants étudiés;

— d'un point de vue particulier, les déplacements de fréquence de la vibration ν (CC—H) observés dans les mêmes solvants (⁶). Ainsi :

1° les valeurs de $\tau^{S}_{CCH} - \tau^{C_6H_{12}}_{CCH}$ varient comme les nombres 1 : 1,6 : 2,7, quand on passe de l'oxyde de butyle à l'oxyde d'éthyle, puis au dioxanne, alors que les déplacements de fréquence correspondants observés en absorption infrarouge sont égaux à la précision des mesures près (⁶);

2° les solvants « inertes » CCl_4 et CS_2 ont ici un effet appréciable;

c. Le parallélisme entre les résultats obtenus pour l'hexyne-1, le chlorure et le bromure de propargyle est assez grossier et la discordance remar-

quable pour le benzène. Si l'on suit la proposition de Bothner-By ([4]) d'écrire $\beta_{H}^{S} = x_{H} y_{S'}$ les effets cités à la colonne 5, devraient se déduire de ceux cités à la colonne 4 par multiplication par un facteur constant; de même pour ceux de la colonne 6.

1	2	3	4	5	6
		Hexyne-1.		Chlorure de propargyle	Bromure de propargyle
Solvant S.	$-10^6 \chi^S$ à 20° C.	$(\tau_{CH_3}^{S} - \tau_{CH_3}^{C_6H_{12}})$.	$(\tau_{CCH}^{S} - \tau_{CCH}^{C_6H_{12}})$.	$(\tau_{CCH}^{\prime S} - \tau_{CCH}^{\prime C_6H_{12}})$.	$(\beta_{CCH}^{S} - \beta_{CCH}^{C_6H_{12}})$.
Cyclohexane	0,612	0	0	0	0
Tétraméthylsilane	0,505	+0,002	−0,008	-	0,00 ([3])
Tétrachlorure de carbone	0,693	−0,028	−0,053	−0,16 ([3])	−0,24 ([3])
Sulfure de carbone	0,700	−0,003	−0,057	-	−0,39 ([3])
Benzène	0,617	+0,178	−0,087	+0,31 ([2])	+0,79 ([3])
Bromure d'hexyle	-	+0,010	−0,137	-	-
Oxyde de butyle	-	-	−0,192	-	-
Hexyne-1	-	+0,002	−0,200	-	
Heptyne-2	-	-	−0,235	-	-
Octyne-3	-	-	−0,247	-	-
Oxyde d'éthyle	-	-	−0,300	-	-
Bromure de propargyle	0,723	+0,010	−0,327	-	−0,62 ([3])
p-dioxanne	-	+0,013	−0,510	−0,75 ([2])	-

Notations ([4]) : Les déplacements chimiques sont évalués en millionième dans le sens des champs magnétiques croissants :

τ_{H}^{S}, déplacement chimique du proton H (CCH : hydrogène acétylénique; CH_3 : méthyle terminal) à concentration nulle dans le solvant S, par rapport au TMS référence interne;

$\tau_{H}^{\prime S}$, même quantité par rapport au cyclohexane référence interne;

$\beta_{H}^{S} = \delta_{H}^{S} - \delta_{H}^{0} - \frac{2}{3} \cdot \pi \, 10^6 \chi^S$;

δ_{H}^{S}, déplacement chimique du proton H, à concentration nulle dans le solvant S, par rapport à une référence externe arbitraire;

δ_{H}^{0}, déplacement chimique du proton H, le composé étant pris à l'état gazeux, par rapport à la même référence externe;

χ^S, susceptibilité magnétique volumique du solvant S.

Les effets de solvant déduits des mesures de la référence ([3]) ont été recalculés en utilisant des données récentes de susceptibilité magnétique ([5]).

Les remarques *b* et *c* soulignent la difficulté d'interprétation des effets de solvant du type étudié ici, effets beaucoup plus faibles que ceux observés dans le cas de forte association, hydrogène alcoolique dans solvants accepteurs de proton par exemple. Il est vraisemblable que, dans le cas présent, plusieurs phénomènes comparables se superposent pour donner les effets observés [*voir*, par exemple, ([2])].

(*) Séance du 3 octobre 1960.

(1) B. Braillon et R. Romanet, *Comptes rendus du 9e Colloque Ampère*, Pise, 1960; *Arch. Sc.*, fasc. spéc. (sous presse).

(2) R. E. Richards, *Proc. Roy. Soc.*, 255, 1960, p. 72.

(3) E. B. Wipple, J. H. Golstein, L. Mandell, G. S. Reddy et G. R. Mc Clure, *J. Amer. Chem. Soc.*, 81, 1959, p. 1321.

(4) A. A. Bothner-By, *J. Molec. Spectr.*, 5, 1960, p. 52.

(5) G. Foëx, *Constantes sélectionnées, diamagnétisme et paramagnétisme*, Masson, Paris, 1957.

(6) B. Wojtkowiak et R. Romanet, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 3980.

(*Laboratoire de Chimie générale, Faculté des Sciences, Caen, Calvados.*)

CHIMIE PHYSIQUE. — *Orientation des cycles benzéniques et délocalisation électronique dans les molécules du type polyphénylamine.* Note (*) de M. **Pierre Bothorel**, présentée par M. Paul Pascal.

Les anisotropies optiques des molécules polyphényliques dépendent de l'orientation et de l'état électronique des cycles benzéniques. Il existe une délocalisation électronique importante entre les cycles de la triphénylamine, dont la structure a été déterminée récemment par diffraction électronique. Cette délocalisation existe également dans les polyphénylphosphine, stibine et bismuthine.

Dans une Note récente [1], nous avons montré comment la mesure de la diffusion Rayleigh des solutions permet de déterminer la structure de certaines molécules polyphényliques. Il faut que les cycles benzéniques, comme dans le diphénylméthane, les triphénylméthane, silane, etc., ne soient pas conjugués. Ces molécules ont un axe de symétrie dont le degré est égal au nombre de cycles. Les atomes de carbone placés en ortho de deux cycles différents sont à des distances C...C identiques dans tous les dérivés d'un même atome central : carbone, silicium, étain ou plomb. Ces distances sont égales à 2,80 Å dans les polyphénylméthanes, 3,30 Å dans les polyphénylsilanes, 4,00 Å dans les polyphénylstannanes et 4,34 Å dans le tétraphénylplombane. C...C varie peu quand la molécule cristallisée est mise en solution.

Nous avons également étudié la diffusion Rayleigh des solutions dans le cyclohexane des di- et triphénylamine, des triphénylphosphine, stibine et bismuthine. Au moyen des mêmes hypothèses faites dans le cas des polyphénylméthanes, on peut calculer l'orientation des cycles benzéniques. Ces hypothèses sont l'existence d'un axe de symétrie binaire (diphénylamine) ou ternaire (triphénylamine) et l'isolement électronique des cycles.

Pour chaque molécule, le calcul donne l'angle φ_c que fait chaque cycle benzénique avec le plan contenant l'axe de symétrie moléculaire et la liaison cycle-atome central.

	φ_c. (diffusion Rayleigh)	φ_e.	C...C.
Triphénylamine	73°	47 [3]	3,15 Å
Triphénylphosphine	58	–	–
Triphénylstibine............	62	–	–
Triphénylbismuthine........	66	31° [2]	5,00 Å

Ces angles semblent peu compatibles avec l'encombrement stérique des cycles. Pour la diphénylamine on obtient une solution impossible ($\sin^2 \varphi_c$ négatif ou supérieur à 1). Une des hypothèses au moins n'est pas valable. En 1942, Wetzel [2] avait conclu à la présence d'un axe de symétrie ternaire dans la triphénylbismuthine cristallisée et à la coplanéité des liaisons du bismuth. Dernièrement, Sasaki, Kimura et Kubo [3] ont

déterminé la structure de la triphénylamine en phase vapeur, à 150°, par diffraction électronique. Ils ont également trouvé un axe de symétrie ternaire, mais les trois liaisons de l'azote ne sont pas exactement coplanaires (CNC = 116° ± 2). Par comparaison avec les polyphénylméthanes, il est logique de penser que les orientations des cycles dans le cristal, la solution ou la vapeur, diffèrent seulement de quelques degrés. Dans l'expérience de Sasaki et de ses collaborateurs, la vapeur est en équilibre avec le liquide et la température est supérieure de 23° à celle du point de fusion. Or les angles φ_e observés sont de 47° dans la triphénylamine et de 31° dans la triphénylbismuthine, valeurs très différentes des angles φ_c correspondants (73 et 66°). Ces molécules ont un axe de symétrie ternaire, mais les cycles ne sont pas électroniquement indépendants, et il faut en conclure qu'une délocalisation électronique existe entre les cycles, par l'intermédiaire du doublet libre de l'atome central, donnant à la molécule une grande anisotropie optique ([4]).

Cette conclusion s'étend naturellement aux termes intermédiaires, les triphénylstibine et bismuthine; elle confirme les résultats de l'étude de Jaffé ([5]) sur l'absorption ultraviolette de ces composés. Pour des liaisons coplanaires de l'atome central, le doublet libre est représenté par une orbitale *p*, très favorable à une résonance avec les électrons π des cycles.

Dans la vapeur de triphénylamine la distance minimale C...C est de 3,15 Å environ, de 5,00 Å dans la triphénylbismuthine cristallisée. On retrouve la même progression que dans la série des polyphénylméthanes et plombanes. L'orbitale *p* du doublet libre de l'azote ou du bismuth est placée sur l'axe ternaire de la molécule. Dans la triphénylamine les orbitales π de chaque cycle font un angle de 40° environ avec cette orbitale *p*, de 60° dans la triphénylbismuthine. Dans le biphényle, on admet généralement que l'énergie de résonance devient rapidement négligeable quand l'angle entre les cycles, donc entre les orbitales π, dépasse 25°. Sans faire une comparaison étroite entre ces deux cas, on peut noter que l'énergie de résonance est très élevée dans la série des polyphénylamines pour des angles supérieurs à 25°.

(*) Séance du 3 octobre 1960.

([1]) *a*. P. Bothorel, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2129; *b*. P. Bothorel, *Ann. Chim.*, 1959, p. 669-712.

([2]) J. Wetzel, *Z. Kristal.*, 104, 1942, p. 305-346.

([3]) Yasushi Sasaki, Katsumi Kimura et Masaji Kubo, *J. Chem. Phys.*, 31, 1959, p. 447-481.

([4]) L'anisotropie du doublet électronique ne peut pas expliquer la différence entre les angles φ_c et φ_e [*voir* ([1b])].

([5]) H. H. Jaffé, *J. Chem. Phys.*, 22, 1954, p. 1430-1433.

(*Laboratoire de Chimie Physique, Faculté des Sciences, Bordeaux.*)

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur une électrode de comparaison utilisable en bains de sels oxygénés à haute température.* Note (*) de MM. **Jean Besson**, **Charles Deportes** et **Michel Darcy**, transmise par M. Louis Hackspill.

L'électrode est constituée par la chaîne Pt, O_2 (1 atm)/ZrO_2 stabilisée par CaO/bain. On montre que, sous certaines réserves, sa tension est identique à celle de l'électrode Pt, O_2 (1 atm)/bain. Dans le métasilicate de sodium à 1 200° C, cette électrode est très sensiblement réversible.

Les mesures de tensions d'électrode en milieu de sels oxygénés fondus ont été gênées jusqu'à présent par l'absence d'une électrode de comparaison convenable. Une revue des quelques études faites dans ce domaine a été donnée récemment par Gallay [1].

Dans la majorité des cas, les auteurs ont utilisé une électrode platine-oxygène, sans avoir d'ailleurs toujours établi la réversibilité de cette électrode dans les conditions de son utilisation. Ils n'ont jamais dépassé 1000° C. A des températures supérieures, de multiples difficultés technologiques — corrosion du métal par action conjuguée du bain et de l'oxygène, difficulté de réaliser un barbotage convenable de l'oxygène dans un sel fondu — rendent l'emploi de l'électrode à oxygène délicat, sinon impossible. L'emploi d'une électrode du deuxième genre comme l'électrode « à oxyde » [1] semble une solution élégante; mais son emploi reste limité au cas particulier où l'on peut saturer le bain avec un oxyde métallique, ce qui n'a pas lieu pour la plupart des sels oxygénés (silicates et borates notamment), bons dissolvants des oxydes métalliques.

L'électrode que nous proposons tend à résoudre ces diverses difficultés. Elle est constituée par la chaîne : Pt, O_2 (1 atm)/ZrO_2 stabilisée par CaO/bain.

Le contact électrique intérieur (*fig.* 1) est réalisé grâce à de la limaille de platine [2]. L'interphase platine-zircone est constamment baignée par un courant d'oxygène à la pression atmosphérique.

Théorie de l'électrode. — Désignons par α, β, γ, respectivement les phases platine, zircone et bain. L'interphase α — β est le siège de la réaction électrochimique :

$$\frac{1}{2} O_{2_\alpha} + 2 e_\alpha^- \rightleftharpoons O_\beta^{2-}.$$

A l'interphase β — γ existe une tension de jonction dont la valeur dépend des ions échangés. Or, une solution solide de CaO dans ZrO_2 possède une conduction non seulement purement ionique [3], mais en outre due uniquement aux ions O^{2-} [4].

Dans l'hypothèse où aucun des ions du bain ne peut migrer dans la

zircone, à l'exception des ions O^{2-}, l'échange ionique à l'interphase $\beta - \gamma$ se réduit à :

$$O^{2-}_{\beta} \rightleftharpoons O^{2-}_{\gamma}$$

et la réaction globale de l'électrode à :

$$\frac{1}{2} O_{2_\alpha} + 2 e^{-}_{\alpha} \rightleftharpoons O^{2-}_{\gamma}$$

Elle est donc identique à celle d'une électrode à oxygène Pt, O_2/bain.

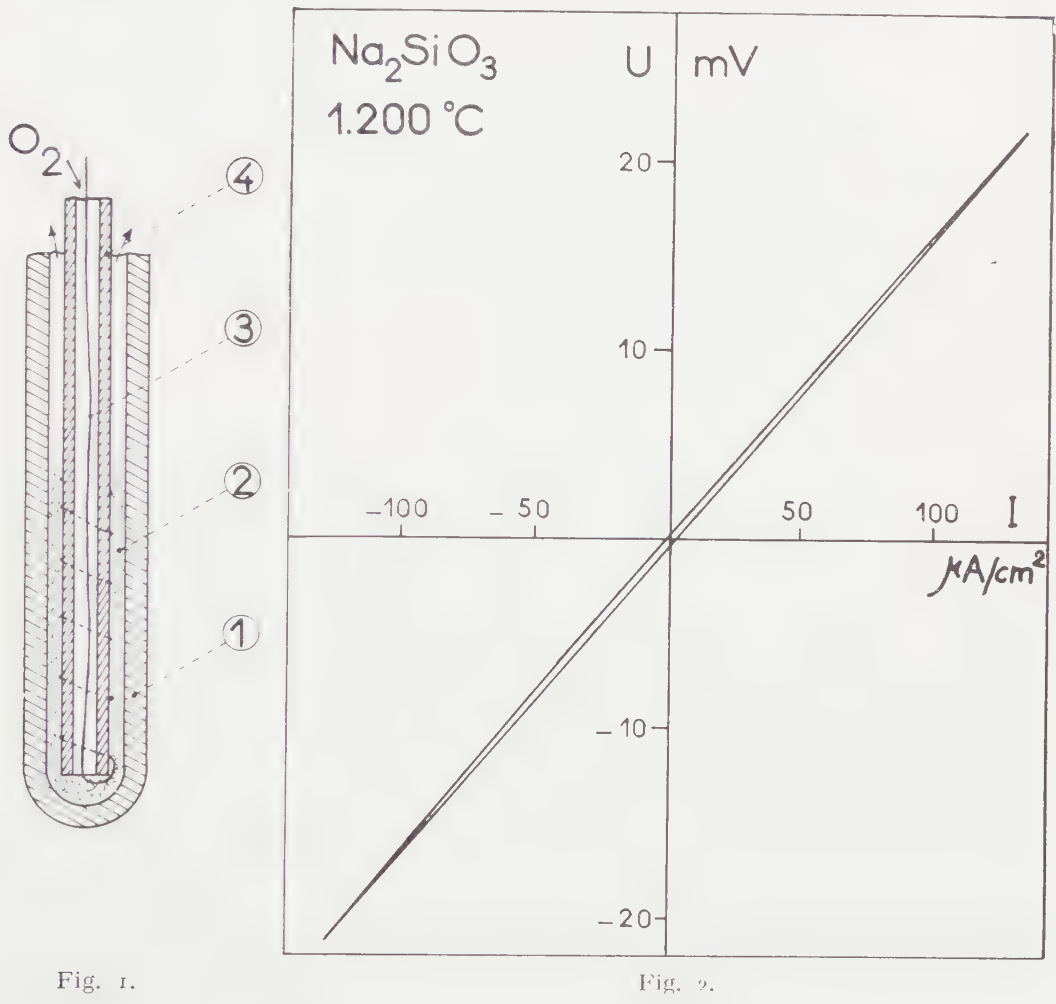


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — 1, gaine de zircone; 2, limaille de platine; 3, fil de platine; 4, tube d'amenée d'oxygène en alumine frittée.

La composition chimique de la zircone n'intervient pas, et ce réfractaire joue seulement le rôle d'une paroi semi-perméable aux ions O^{2-}.

Étude du comportement de l'électrode dans le métasilicate de sodium a 1200° C. — Nos essais ont porté sur un lot de cinq électrodes réalisées avec des tubes de zircone stabilisée commerciale; ces tubes

présentent malheureusement une part de conduction électronique ainsi que l'a montré l'un de nous ([5]). Ils résistent particulièrement bien à la corrosion.

A. *Mise en équilibre et stabilité.* — Deux électrodes immergées ensemble dans le bain présentent une différence de potentiel immédiatement stable et inférieure à 5 mV. Une électrode neuve présente par rapport à une électrode ayant déjà été utilisée pendant une dizaine d'heures, une différence de potentiel qui peut atteindre 30 mV, mais qui s'abaisse progressivement; l'équilibre, à 5 mV près, est atteint au bout de 10 h environ.

Dans tous les cas, lorsque l'équilibre est atteint, les fluctuations de la différence de potentiel entre deux électrodes ne dépassent pas 2 mV.

B. *Retour à l'équilibre.* — Après avoir fait circuler un courant de 1 mA entre deux électrodes, on observe, après coupure, un retour à l'équilibre à 1 mV près en moins de 1 mn.

C. *Réversibilité.* — Elle a été contrôlée en faisant circuler un courant entre deux électrodes et en traçant dans les deux sens la courbe U (I) (*fig.* 2). Cette courbe est très sensiblement linéaire pour une densité de courant inférieure à 100 μ A/cm^2.

L'électrode à zircone présente un domaine d'utilisation extrêmement étendu en raison :

— de l'intervalle de température (700-1700° minimum) où l'on peut réaliser une phase zircone conductrice par les ions O^{2-};

— du nombre considérable de sels oxygénés dans lesquels la zircone n'est pas sensiblement corrodée.

Elle a les mêmes limites théoriques que l'électrode à oxygène classique, c'est-à-dire nécessite l'existence dans le bain d'ions oxygène soit seuls, soit en équilibre avec l'anion oxygéné du bain.

Les études en différents milieux se poursuivent.

(*) Séance du 3 octobre 1960.

(1) J. J. Gallay, *Thèse*, Lyon, juillet 1960.

(2) Cette technique a été étudiée dans les laboratoires de la Compagnie Saint-Gobain et déjà utilisée par l'un de nous (5).

(3) W. D. Kingery, J. Pappis, M. E. Doty et D. C. Hill, *J. Amer. Ceram. Soc.*, 42, 1959, p. 393-398.

(4) K. Kiukkola et C. Wagner, *J. Electrochem. Soc.*, 104, n° 6, 1957, p. 379-387.

(5) M. Darcy, *Thèse*, Grenoble, 1960.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur la pénétration du soufre par corrosion dans les aciers placés sous tension dans le sulfure de sodium.* Note (*) de MM. **Eugène Herzog** et **Laszlo Bäcker**, présentée par M. Georges Chaudron.

Les aciers trempés et revenus partiellement se rompent rapidement dans le sulfure de sodium, lorsqu'ils sont soumis aux contraintes voisines de la limite élastique. En l'absence de contraintes, même après immersion très longue, les caractéristiques mécaniques, la ductilité, ne sont pas modifiées. La diffusion d'hydrogène est nulle ou très faible, si bien que l'hypothèse d'une action spécifique du soufre en profondeur pouvait être envisagée (1).

Nous avons étudié la pénétration du soufre dans l'acier par marquage avec ^{35}S; on opérait dans une solution de sulfure de sodium 4 %, pH 7,5. L'acier utilisé avait la composition suivante :

C.	Cr.	Mo.	Mn.	Si.	S.	P.
0,35	1,09	0,26	0,69	0,26	0,007	0,018

Il a été trempé de 850° C dans l'huile, et revenu pendant 2 h à 550° C, ces traitements lui ont conféré une structure de bainite avec

R [illegible] 103. E [illegible] 111. A [illegible] 10,7. $\Sigma = 63$ %.

Sollicité à 90 kg/mm² il se rompt dans cette solution au bout de 10 h (éprouvette de traction, Ø 3 mm).

Les dosages et dissolutions successives ont été effectués sur barrettes de 34 × 10 × 2 mm. Nous avons donc pour cette étude de principe adopté un dispositif simple de mise sous contrainte par flexion à flèche imposée (*fig.* 1). Bien que l'essai de traction eut été préférable, ayant un taux de contraintes bien défini, l'étude de la pénétration du ^{35}S n'aurait pas pu être effectuée sur éprouvettés cylindriques sans des difficultés de manipulation.

La formation de dépôts de sulfures soit par la corrosion, soit par attaque anodique, se traduit par une activité superficielle très intense, aussi avons-nous éliminé ces produits par attaque rapide de quelques secondes dans l'acide chlorhydrique, suivie d'un polissage électrolytique (réactif de Jacquet — acide perchlorique — acétique). La dissolution a été faite, comme dans une étude précédente (2), par NO_3H ($d = 1,40$), tandis que l'oxydation complète a été effectuée par l'eau oxygénée. Les anions de sulfates, contenant des atomes marqués de soufre, ont été précipités sous forme de $BaSO_4$.

Le rapport S : ^{35}S a été déterminé d'avance, nous avons ainsi pu

apprécier pour chaque couche dissoute l'activité, non seulement en coups/minute, mais encore la teneur en soufre.

L'essai sans courant d'immersion pendant 48 h a été trop court pour provoquer la rupture. Les éprouvettes exemptes de fissures visibles ont montré une intense pénétration de ^{35}S de 0,10 mm de chaque côté (*fig.* 2), en effet la première couche superficielle qui s'étend à 0,05 mm de profondeur renferme environ 0,25 % soufre, décroît rapidement et à 0,10 mm

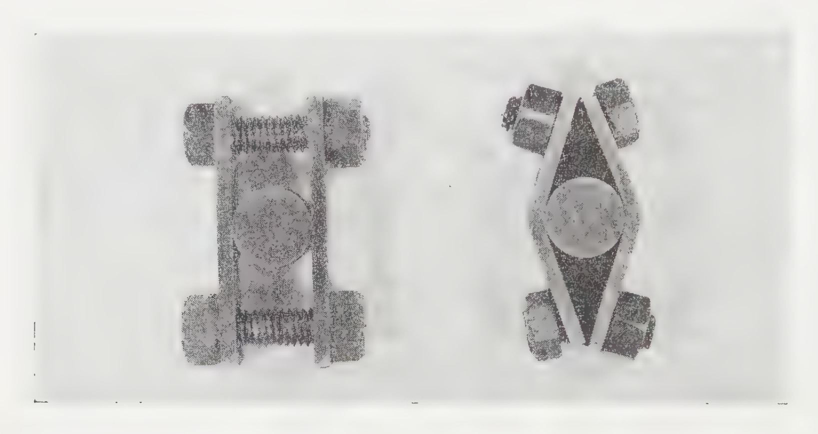


Fig. 1.

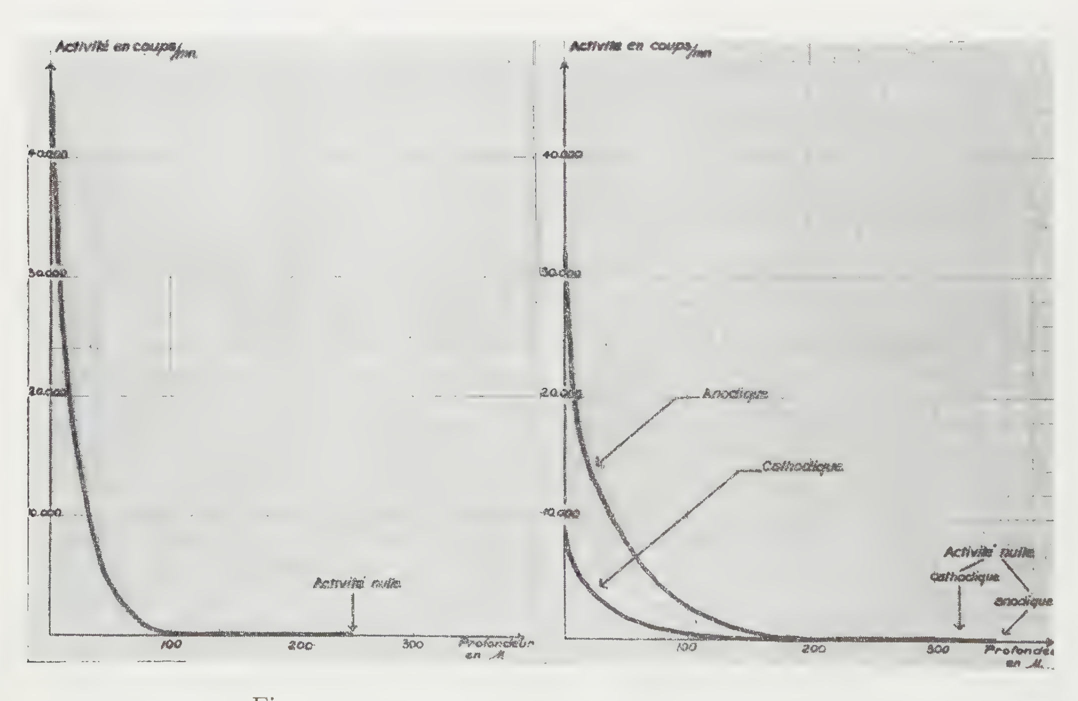


Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 2. — Activité superficielle mesurée suivant les différentes couches de l'échantillon, mise en œuvre par dissolution. Essai sans courant. Durée : 48 h.

Fig. 3. — Activité superficielle mesurée suivant les différentes couches de l'échantillon, mise en œuvre par dissolution. Essais anodique et cathodique. Densité de courant : 1 mA/cm². Durée : 6 h.

il n'y a plus que 0,016 % soufre. L'allure de la courbe ne suit pas une loi exponentielle.

Les essais avec courant ont donné lieu à des ruptures, déjà au bout de 6 h d'électrolyse avec 0,001 A/cm^2 de densité.

Par activation anodique (*fig.* 3) la pénétration est de 0,35 mm. Les fissures sont entourées de fortes teneurs en soufre, ayant diffusé au-delà de l'extrémité des lèvres, à l'intérieur du métal, l'action des contraintes fait ainsi avancer la diffusion (0,45 mm).

C'est toujours la couche superficielle de 20-30 μ qui est très riche en soufre (> 0,2 %). Le chargement cathodique accuse aussi une pénétration de ^{35}S sur 0,10-0,15 mm de profondeur (6 h sous 1 mA/cm^2) qui s'arrête complètement vers 0,3 mm (*fig.* 3). L'aspect de surface et la pénétration sont plus uniformes, mais les concentrations sont seulement de 0,1 % contre 0,3 %, par comparaison au cas précédent dans la zone superficielle de 50 μ. En l'absence de soufre, le chargement cathodique ou l'attaque anodique dans la solution de soude caustique à 4 %, ne provoquent pas de rupture, toutes autres conditions étant les mêmes.

La diffusion du soufre peut être bloquée par certains revêtements métalliques, dans ce cas la rupture ne se produit plus. Ce résultat a été obtenu avec une couche de 5 à 10 μ d'alliage Al-Si (13 %) ou d'aluminium sur le même acier et traité pour la même structure bainitique.

Nous poursuivons ces expériences en milieu acide et nous en rendrons compte dans une prochaine publication.

(*) Séance du 3 octobre 1960.
(1) E. Herzog, *Comptes rendus*, 244, 1957, p. 1499.
(2) S. Besnard et I. Talbot, *Mém. scient. Rev. Métall.*, 56, n° 7, 1959, p. 681.

(*Centre de Recherches des Aciéries de Pompey.*)

MACROMOLÉCULES. — *Copolymères de N-vinylpyrrolidone et de sulfate acide de vinyle.* Note (*) de M. **Jacques Bourdais**, transmise par M. Jacques Duclaux.

Il semblait intéressant d'introduire sur la molécule de polyvinylpyrrolidone des groupes ester sulfurique, afin d'obtenir de nouveaux composés héparinoïdes, analogues aux polyesters sulfuriques d'alcool polyvinylique décrits par F. Patat et K. Vogler [1]; on pouvait espérer une toxicité moindre de ces nouveaux produits, du fait de la présence des groupes pyrrolidone.

Nous avions constaté précédemment que des copolymères de structure voisine, à savoir ceux d'acide vinylsulfonique et de N-vinylpyrrolidone [2], possédaient une forte activité anticoagulante sur le sang.

1. Les polyesters sulfuriques de copolymères d'alcool vinylique et de N-vinylpyrrolidone (III) ont été obtenus par saponification, suivie d'estérification par la chlorhydrine sulfurique, de copolymères d'acétate de vinyle et de N-vinylpyrrolidone (I), selon les réactions :

$$\underset{\text{(I)}}{-\underset{\displaystyle OCOCH_3}{CH}-CH_2-\ldots-\underset{\displaystyle N\text{(pyrrolidone)}}{CH}-CH_2-} \xrightarrow{+NaOH} \underset{\text{(II)}}{-\underset{\displaystyle OH}{CH}-CH_2-\ldots-\underset{\displaystyle N\text{(pyrrolidone)}}{CH}-CH_2-}$$

$$\xrightarrow{+SO_3HCl} \underset{\text{(III)}}{-\underset{\displaystyle OSO_3H}{CH}-CH_2-\ldots-\underset{\displaystyle OH}{CH}-CH_2-\ldots-\underset{\displaystyle N\text{(pyrrolidone)}}{CH}-CH_2-}$$

Seul l'emploi de perhydrol et d'ammoniaque comme catalyseurs, en opérant en vase clos, a fourni les copolymères (I) de haut poids moléculaire, avec de bons rendements. La saponification des groupes acétates de (I) doit être effectuée à froid, afin d'éviter la démixtion du copolymère (I) qui se produit dès la température de 40°.

Nous décrivons, à titre d'exemple, la préparation et quelques propriétés du sel de sodium d'un copolymère (III), composé de 52,7 mol % de sulfate de vinyle, 10,3 mol % d'alcool vinylique et 37 mol % de N-vinylpyrrolidone.

56 g (0,5 mol) de N-vinylpyrrolidone et 129 g (1,5 mol) d'acétate de vinyle sont copolymérisés, en présence de perhydrol (0,005 mol) et d'ammoniaque (0,007 mol), en ballon scellé, à 60°, pendant 4 jours; le copolymère (I) est précipité par l'éther : Rdt 104 g (soit 56 %) en (I) renfermant 63 mol % d'acétate de vinyle et 37 mol % de N-vinylpyrrolidone :

Calculé %, C 59,7; H 7,53; N 5,44; trouvé %, C 59,0; H 7,32; N 5,40.

Une solution de 95 g de (I) dans 500 ml de soude 2 N est abandonnée 3 jours, à l'ambiante (98 % de groupes acétates saponifiés), neutralisée par SO_4H_2, puis versée dans 2 l d'acétone : le gel de copolymère (II) obtenu est purifié par synérèse, et séché à 115° :

Calculé %, C 60,7; H 8,65; N 7,52; trouvé %, C 61,6; H 8,62; N 7,46.

20 g de (II) réduit en poudre sont traités par un mélange de 30 g de chlorhydrine sulfurique et de 120 ml de pyridine, pendant 3 h 30 mn, sur bain de vapeur; le gel, décanté, est redissous dans 40 ml d'eau, et reprécipité par l'acétone; après redissolution dans l'eau, alcalinisation par la soude et dialyse à 0°, on obtient 22,4 g du sel de sodium du copolymère (III) :

Calculé %, C 33,35; H 4,27; N 4,12; S 13,45; trouvé %, C 32,6; H 4,56; N 3,67; S 13,15.

Pour leur étude, les copolymères (I) et (II) ont également été purifiés par dialyse de leur solution aqueuse.

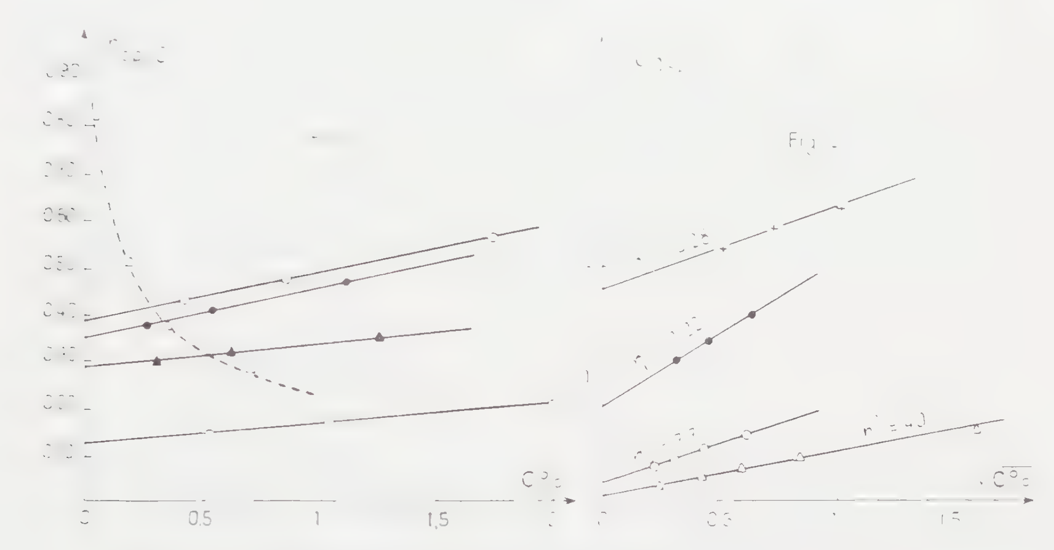


Fig. 1. — Viscosité réduite η_{sp}/C, en fonction de la concentration C % des solutions de co-polymères :

—○— (I) dans l'eau, à 22° ;
—⊙— (II) dans l'eau, à 25° ;
—●— (II) dans NaCl 2 M, à 25° ;
——△—— (III) dans l'eau, à 25° (ordonnées réduites 10 fois) ;
—▲— (III) dans NaCl 2 M, à 25°.

Fig. 2. — Inverse de la viscosité réduite C/η_{sp}, à 25°, en fonction de la racine carrée de la concentration $\sqrt{C}$% des solutions aqueuses de co-polymères :

—△— (III);
—○— (III) après hydrolyse par H Cl 6 N, à 100°, pendant 3 h 30 mn;
—●— (III) après hydrolyse par H Cl 6 N, à 100°, pendant 16 h;
—+— (II) après hydrolyse par H Cl 6 N, à 120°, pendant 16 h (ordonnées réduites deux fois).

2. La viscosité réduite, η_{sp}/C, des copolymères (I) et (II) dans l'eau, augmente linéairement avec leur concentration (*fig.* 1). Au contraire, l'augmentation, par dilution, de la viscosité réduite du copolymère (III) dans l'eau est caractéristique de sa nature de polyélectrolyte (*fig.* 1). La

figure 2 montre que la viscosité de (III) peut, dans ce cas, s'exprimer par la relation, précédemment rencontrée pour les polyélectrolytes :

$$\frac{\eta_{sp}}{C} = \frac{1}{A + B\sqrt{C}}.$$

Alors que NaCl 2 M modifie peu la viscosité intrinsèque de (II) $[\eta] = 0{,}385$ dans l'eau, et 0,355 dans Na Cl), cet électrolyte supprime, par contre, totalement l'effet électrovisqueux de (III) ($[\eta] = 40$ dans l'eau, et 0,29 dans Na Cl).

3. Les copolymères (III), sous forme de sels alcalins, sont stables pendant plusieurs mois en solution aqueuse. Ils subissent, au contraire, une hydrolyse rapide, en milieu fortement acide, à chaud. Ainsi, par traitement avec H Cl 6 N, pendant 3 h, à 100°, la teneur en soufre du copolymère (III) diminue de 13,15 à 0,7 %; on observe parallèlement une chute de la viscosité, bien que celle-ci puisse être encore exprimée par la relation (1), caractéristique des polyélectrolytes (*fig.* 2).

On ne peut pas toutefois conclure de ces observations que seuls les groupes ester sulfurique du copolymère (III) sont hydrolysés. En effet, le copolymère (II) non estérifié subit lui-même une transformation si on le soumet à l'action de H Cl 6 N à chaud (*fig.* 2) : cette transformation est telle que (II) « hydrolysé » acquiert les propriétés d'un polycation, et se combine, avec formation d'un précipité, aux colloïdes polyanioniques tels que (III) ou l'acide polyvinylsulfonique.

Il semble donc que les conditions nécessaires pour hydrolyser les groupes ester sulfurique des copolymères (III) provoquent en même temps une dégradation plus poussée de la molécule, et donnent naisance à des groupes aminés, vraisemblablement par ouverture des cycles pyrrolidone. Par suite, les copolymères (II) ou (III) hydrolysés possèdent des propriétés de polyampholyte, telles que leur pouvoir tampon aux ions H^+, ainsi que nous l'avons observé.

On peut remarquer que, contrairement à ses copolymères (II) et (III), la polyvinylpyrrolidone n'est pas hydrolysée dans ces conditions.

(*) Séance du 3 octobre 1960.

(1) F. Patat et K. Vogler, *Helv. Chim. Acta*, 35, 1952, p. 128.
(2) J. Bourdais, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2374.
(3) J. Bourdais, résultats non publiés.

(*Paris, Institut de Biologie physicochimique, Laboratoire des macromolécules.*)

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réaction d'ammoniolyse des chlorures de silicium* Si_nCl_{2n+2}. Note de M. **Michel Billy**, présentée par M. Paul Pascal.

La réaction d'ammoniolyse des chlorures de silicium Si_nCl_{2n+2} peut s'écrire :

$$Si_nCl_{2(n+1)} + 3(n+1)NH_3 \rightarrow Si_n(NH)_{n+1} + 2(n+1)NH_4Cl$$

Les composés azotés du silicium ainsi définis sont de hauts polymères et, vraisemblablement, des polyimides à réseau d'assemblages $[Si_n(NH)_{2(n+1)}]$.

Les réactions d'ammoniolyse des deux premiers chlorures de la série Si_nCl_{2n+2} sont bien connues ([1]); elles conduisent à la formation des combinaisons azotées du silicium SiN_2H_2 et $Si_2N_3H_3$. Il n'existe, par contre, aucune donnée relative à l'action de l'ammoniac sur l'octochlorotrisilane Si_3Cl_8.

Des échantillons de ce chlorure, préparé à l'état pur ($É_{10,6}$ 89°, Cl=76,8 %) par chloruration du silicium à 150-170°, ont été soumis à l'action de l'ammoniac en utilisant la méthode déjà décrite lors de l'étude de l'ammoniolyse des deux premiers termes de la série ([1]). La détermination volumétrique de l'ammoniac absorbé nous a donné les résultats suivants :

Si_3Cl_8 (mmol)	6,453	6,801
NH_3 (mmol)	78,77	80,86
NH_3/Si_3Cl_8	12,21	11,89

Le produit de la réaction correspond donc à la fixation de 12 mol d'ammoniac par molécule de chlorure Si_3Cl_8. L'analyse aux rayons X montre qu'il s'agit, en fait, d'un mélange de chlorure d'ammonium et d'un composé silicié que le procédé classique d'extraction par l'ammoniac liquide permet d'isoler. Nous avons ainsi extrait 51,37 mmoles de chlorure d'ammonium à partir de 6,453 mmoles Si_3Cl_8, ce qui correspond au rapport moléculaire

$$NH_4Cl/Si_3Cl_8 = 7,96 \approx 8.$$

L'action de l'ammoniac sur l'octochlorotrisilane s'écrit donc

$$Si_3Cl_8 + 12NH_3 \rightarrow 8NH_4Cl + Si_3N_4H_4.$$

L'expérience montre qu'il ne se forme pas de combinaisons azotées du silicium autres que $Si_3N_4H_4$. Ces résultats sont donc comparables à ceux de l'étude de l'ammoniolyse des chlorures $SiCl_4$ et Si_2Cl_6; l'analogie entre ces réactions est évidente. Nous pouvons les représenter par une même relation en faisant intervenir la formule générale des chlorures $Si_nCl_{2(n+1)}$:

$$Si_nCl_{2(n+1)} + 3(n+1)NH_3 \rightarrow 2(n+1)NH_4Cl + Si_n(NH)_{n+1}.$$

Une telle expression permet de souligner les caractères essentiels de la réaction d'ammoniolyse des chlorures de silicium :

1° le chlore du chlorure initial se retrouve entièrement à l'état de chlorure d'ammonium;

2° la quantité d'ammoniac entré en réaction est liée au chlorure d'ammonium ainsi formé par un rapport moléculaire égal à 3/2.

Le silicium se trouve donc engagé dans une série de combinaisons azotées de formule $Si_n(NH)_{n+1}$ dont les termes ont des propriétés identiques. Ce sont des composés amorphes aux rayons X, stables sous vide à la température ordinaire et sensibles à la moindre trace d'humidité. L'eau les décompose avec formation de silice, d'ammoniac et dégagement d'une quantité d'hydrogène qui correspond à l'hydrolyse des liaisons Si—Si. Ils présentent également la propriété commune d'adsorber le gaz ammoniac, le phénomène étant d'autant plus marqué que le nombre n d'atomes de silicium de la molécule est plus grand. Ces composés se forment au cours de l'ammoniolyse des chlorures de silicium par l'intermédiaire de combinaisons chloroazotées qui, dans le cas de l'imide $Si(NH)_2$, ont pu être identifiées. Un tel mécanisme étant en relation avec une structure polyimide [2], nous pouvons représenter les trois premiers termes de la série par les formules développées suivantes où apparaissent les groupements primaires $Si(NH)_4$, $Si_2(NH)_6$ et $Si_3(NH)_8$, vraisemblablement à la base de la structure de ces polymères.

$Si(NH)_2$

$Si_2(NH)$

$Si_3(NH)_4$

Nous reviendrons ultérieurement sur les analogies entre les propriétés de ces imides dont une des caractéristiques inédites est de conduire par thermolyse au même nitrure de silicium Si_3N_4, lequel se présente sous la forme α décrite par Glemser et ses collaborateurs [3].

(1) M. Billy, *Ann. Chim.*, 4, 1959, p. 795; *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 4163.

(2) M. Billy, *Bull. Soc. Chim.*, 1960, p. 1651.

(3) O. Glemser, K. Beltz et P. Nauman, *Z. anorg. allgem. Chem.*, 291, 1957, p. 51.

(*Laboratoire de Chimie minérale, Institut Catholique, Paris.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de chromanones et chromones hétérocycliques. Étude polarographique de l'équilibre hydroxychalcone ⇌ chromanone.* Note (*) de MM. **André Corvaisier** et **Jean Tirouflet**, transmise par M. Marcel Delépine.

Synthèse de chromanones, chromones, hydroxy-3 chromones et hydroxy-3 chromanones dérivés d'aldéhydes hétérocycliques. Préparation des cétols intermédiaires. Application de l'analyse polarographique à l'étude de l'équilibre hydroxychalcone ⇌ chromanone.

Malgré l'intérêt naturel des chromanones et des chromones, les recherches physicochimiques relatives à la synthèse ou aux transformations réciproques de ces composés restent peu nombreuses. Les conditions optimales de la transformation *hydroxychalcone ⇌ chromanone* en particulier ne semblent pas avoir été nettement définies. L'analyse polarographique permet d'aborder facilement ce problème car ces composés sont électroactifs et la transformation peut ainsi être suivie dans des limites très larges de pH. Cette méthode analytique nous a déjà permis de trouver une interprétation raisonnable à différents résultats synthétiques.

Synthèse des chromanones et des chromones hétérocycliques. — La préparation des hydroxychalcones intermédiaires a été indiquée dans une précédente Note (1). La transformation hydroxychalcone ⇌ chromanone se fait au mieux en présence d'acétate de sodium. La quantité de chromanone obtenue à l'équilibre dépend en effet du pH et de la nature de l'aldéhyde condensée.

Outre les chromanones déjà signalées (1) nous avons isolé : [nitro-5′ thiényl-2′]-2 chromanone-4 ($C_{13}H_9NO_4S$), F 160°; [nitro-4′ thiényl-2′]-2 chromanone-4 ($C_{13}H_9NO_4S$), F 110°; [pyridyl-4′]-2 chromanone-4 ($C_{14}H_{11}NO_2$), F 94°; [pyridyl-3′]-2 chromanone-4 ($C_{14}H_{11}NO_2$), F 47°; [pyridyl-2′]-2 chromanone-4 ($C_{14}H_{11}NO_2$), F 68°.

Les hydroxychalcones utilisés dans la préparation de ces derniers produits ont été préparés récemment par Raut et Wender (2).

La déshydrogénation des chromanones-4 par PCl_5 en milieu benzénique (3) nous a permis d'obtenir deux chromones non encore signalées : [nitro-5′ pyrryl-2′]-2 chromone ($C_{13}H_8N_2O_4$), F 352°; [nitro-4′ pyrryl-2′]-2 chromone ($C_{13}H_8N_2O_4$), F 320°.

Quelques hydroxy-3 chromanones hétérocycliques ont pu être obtenues par action de l'eau oxygénée à froid en présence de soude à 8 % (4) sur les *o*-hydroxy [alcoyl]-3 acrylophénone correspondantes (1) : [thiényl-2′]-2 hydroxy-3 chromanone-4 ($C_{13}H_{10}O_3S$), F 168°; [furyl-2′]-2 hydroxy-3 chromanone-4 ($C_{13}H_{10}O_4$), F 148°.

Les hydroxy-3 chromones hétérocycliques sont préparées à partir des mêmes dérivés mais en utilisant soit une solution de soude plus concentrée (15 %) à froid (5), soit la potasse (5 %) à chaud (6) : [thiényl-2′]-2 hydroxy-3 chromone, F 200°; [lit. F 205° (2)]; [furyl-2′] hydroxy-3 chro-

mone ($C_{13}H_8O_4$), F 171°; [pyrryl-2′]-2 hydroxy-3 chromone ($C_{13}H_9O_3N$), F 206°; [nitro-4′ pyrryl-2′]-2 hydroxy-3 chromone ($C_{13}H_8N_2O_5$), F 315°; [nitro-5′ pyrryl-2′]-2 hydroxy-3 chromone ($C_{13}H_8N_2O_5$), F 317°.

Nous avions déjà indiqué (1) d'autre part, que l'utilisation du méthylate de sodium dans la condensation de l'*o*-hydroxyacétophénone et de quelques aldéhydes semblait favorable à l'isolement du cétol intermédiaire. Cette méthode apparaît générale et nous a permis d'isoler plusieurs cétols du même type :

			F (°C).
[*o*-hydroxyphényl]-1 [thiényl-2′]-3............	propanone-1 ol-3	$C_{13}H_{12}O_3S$	116
[*o*-hydroxyphényl]-1 [nitro-4′ thiényl-2′]-3.....	» »	$C_{13}H_{11}NO_5S$	120
[*o*-hydroxyphényl]-1 [pyridyl-2′]-3............	» »	$C_{14}H_{13}NO_3$	110
[*o*-hydroxyphényl]-1 [pyridyl-4′].............	» »	$C_{14}H_{13}NO_3$	152
[Pyrryl-2′]-1 [nitro-4″ thiényl-2″]-3...........	» »	$C_{11}H_{10}N_2O_4S$	120
[Thiényl-2′]-1 [nitro-5″ thiényl-2″]-3..........	» »	$C_{11}H_9NO_4S_2$	140

L'identification de ces différents composés a été complétée par spectroscopie infrarouge et polarographie. Ces composés sont en particulier suffisamment stables en solution pour permettre le relevé d'un polarogramme. La vague observée présente une morphologie compatible avec la structure cétol.

Étude polarographique de l'équilibre o-hydroxychalcone ⇌ chromanone. — La cinétique a été suivie dans les deux sens de la réaction. Le milieu réactionnel est constitué par le mélange d'une solution tampon variable et d'une solution d'hydroxychalcone ou de chromanone chauffé à 80°. L'analyse polarographique est effectuée sur des prises d'essais en utilisant la première vague de l'*o*-hydroxychalcone (pH 1,99). Cette vague se situe en effet toujours avant celle de la chromanone correspondante. L'analyse polarographique montre que :

1. Le pourcentage d'*o*-hydroxychalcone à l'équilibre est sensiblement indépendant du pH entre pH 5 et 9. Au-delà de pH 9 l'équilibre est nettement déplacé en faveur de la chalcone, mais on observe corrélativement une décomposition immédiate de ce composé. Le déplacement de l'équilibre est vraisemblablement relié à la stabilité relative des ions qui se forment respectivement à partir des deux constituants ($c = 10^{-2}$ M, alcool 50 %).

2. Les vitesses de cyclisation ou d'ouverture augmentent avec le pH jusqu'à pH 8. Au-delà de pH 8 les vitesses continuent à augmenter mais on observe les réactions consécutives d'hydrolyse.

3. Les pourcentages à l'équilibre dépendent essentiellement de la structure des composés étudiés.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) J. Tirouflet et A. Corvaisier, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 1276.
(2) K. B. Raut et S. H. Wender, *J. Org. Chem.*, 1960, p. 50.
(3) A. Loweinbein, *Ber.*, 57, 1924, p. 1515.
(4) M. Murakami et T. Irie, *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 11, 1935, p. 229.
(5) T. Oyamada, *J. Chem. Soc. Japan*, 55, 1934, p. 1256.
(6) J. Algar et J. P. Flynn, *Proc. Roy. Irish. Acad.*, B, 42, 1934, p. 1.

(*Faculté des Sciences, Dijon.*)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérisation cis-trans au cours de l'autoxydation de l'acide oléique.* Note de M. **Maurice Loury**, présentée par M. Georges Champetier.

On sait, surtout à la suite des travaux de Farmer et de ses collaborateurs [1], qu'au cours de l'autoxydation des acides gras insaturés et en particulier de l'acide oléique, une partie de l'oxygène est fixée par les atomes de carbone voisins de la double liaison par l'intermédiaire de radicaux libres et suivant un processus bien connu qui aboutit à la formation d'hydroperoxydes. L'apparition de formes mésomères de l'acide oléique donne la possibilité de l'existence de quatre isomères d'hydroperoxydes de l'acide oléique qui ont été effectivement caractérisés :

$$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-CO_2H+O_2 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \overset{(11)}{C}H(OOH)-CH=CH- \\ -CH=CH-\overset{(8)}{C}H(OOH)- \\ CH(OOH)-CH=CH- \\ -CH=CH-\overset{(9)}{C}H(OOH)- \end{array} \right.$$

On sait également qu'une autre partie de l'oxygène se fixe directement sur la double liaison sans toutefois qu'on ait pu préciser la nature de l'enchaînement qui en résulte, la plupart des auteurs admettant la forme épidioxyde (I), d'autres la forme épiperoxyde de Paquot (II)

$$\underset{(I)}{\begin{array}{c} -CH-CH- \\ O—O \end{array}} \qquad \underset{(II)}{\begin{array}{c} -CH-CH- \\ \diagdown\ \diagup \\ O \\ \downarrow \\ O \end{array}}$$

On admet, d'autre part, à la suite des travaux de Swern et de ses collaborateurs [2], que l'autoxydation est accompagnée d'une isomérisation cis-trans mise en évidence par, outre le spectre infrarouge, la formation ultime et la caractérisation d'acide dihydroxystéarique par la suite des réactions :

acide oléïque $\xrightarrow[\text{isomérisation}]{\text{autoxydation}}$ acide élaïdique $\xrightarrow{\text{époxydation}}$ acide trans 9.10-époxystéarique $\xrightarrow{\text{hydrolyse}}$ acide 9.10-dihydroxystéarique F 130°.

Nous avons soumis de l'acide oléique à une oxydation intense à 100° à l'état dispersé. A cet effet, après avoir imprégné une laine de verre

cardée qui constitue un support inerte non absorbant, on fait passer à travers la masse un courant d'air chaud jusqu'à obtenir un produit pratiquement insoluble dans l'éther de pétrole. La masse est ensuite extraite à l'acétone qui dissout les produits d'oxydation formés. Ce solvant chassé, on reprend par un excès d'éther de pétrole qui élimine la fraction des acides non oxydés. Le produit visqueux résultant (70 à 85 % de l'acide oléique mis en œuvre) est alors traité à chaud par une solution de potasse jusqu'à complète dissolution. On acidifie ensuite pour libérer les acides gras qui sont repris par le chloroforme. Les cristaux blancs qui apparaissent immédiatement sont filtrés et recristallisés dans l'alcool. Ils présentent un point de fusion de 130° et correspondent à l'acide dihydroxystéarique dérivé de l'acide élaïdique (Hilditch) [3]. La solution chloroformique abandonnée un certain temps en glacière à + 5° laisse déposer une nouvelle récolte cristalline. Ces cristaux blancs purifiés dans l'alcool présentent un point de fusion de 95° et correspondent à l'acide dihydroxystéarique dérivé de l'acide oléique (Skellon) [4].

Il faut alors en déduire que contrairement à ce qui a été admis jusqu'ici l'isomérisation cis-trans au cours de l'autoxydation n'est pas totale et correspond peut-être à l'équilibre défini par d'autres réactifs isomérisants [5].

S'il en est ainsi, cet équilibre doit se retrouver chez les hydroperoxydes dont les seuls isomères trans sont décelables par la bande caractéristique de 10, 33 μ dans le spectre infrarouge et qui, par conséquent, en plus d'isomères de position doivent présenter les isomères géométriques. On serait alors en présence d'au moins 10 isomères pour le seul acide oléique autoxydé, ce qui donne une idée de la complexité des produits formés par autoxydation des corps gras à l'air tels qu'ils résultent du rancissement des corps gras, du soufflage des huiles et des mélanges qu'on désigne en savonnerie sous le nom d'« acides oxydés ».

(1) E. H. Farmer, *Trans. Faraday Soc.*, 38, 1942, p. 340 et 356; 42, 1946, p. 228; E. H. Farmer et D. A. Sutton, *J. Chem. Soc.*, 1943, p. 119 et 122; E. H. Farmer, H. D. Koch et D. A. Sutton, *J. Chem. Soc.*, 1943, p. 541.

(2) H. B. Knight, C. R. Eddy et D. Swern, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 18, 1951, p. 188.

(3) Hilditch, *J. Chem. Soc.*, 1926, p. 1828.

(4) Skellon, *J. Soc. Chem. Ind.*, 50, 1931, p. 382 T.

(5) Griffiths et Hilditch, *J. Chem. Soc.*, 1932, p. 2315.

(*Institut d'Études et de Recherches sur les Corps gras, 5, boulevard de Latour-Maubourg, Paris, 7e.*)

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la radioactivité d'origine atomique de l'air et des précipitations.* Note (*) de M. **Hubert Garrigue**, transmise par M. Auguste Rousset.

La radioactivité artificielle de l'air et surtout des précipitations est encore loin d'être négligeable.

On procède, comme précédemment, à la mesure de la radioactivité d'origine atomique des résidus des précipitations atmosphériques, ainsi que de l'air libre.

Pour les précipitations, on mesure mensuellement la radioactivité β de surface, en un même point d'écoulement au sol des précipitations recueillies par un toit, au sommet du Puy de Dôme (altitude 1450 m). La surface d'écoulement est constituée par de la terre vierge de même origine, renouvelée après chaque mesure mensuelle. Les valeurs trouvées représentent à peu près — et à un facteur près — la radioactivité β de la surface du sol dans les conditions naturelles. Les mesures sont généralement effectuées au moyen d'intégrateurs et de compteurs à fenêtre mince (tableau I).

On a suivi la diminution de radioactivité d'un échantillon de la surface du sol prélevé (au même point d'écoulement) en juillet 1959. La première période apparente est de l'ordre de 15 mois tandis que la radioactivité de surface, comme le montre le tableau I, décroît de moitié en quelques mois, avec quelques perturbations.

Tableau I.

Radioactivité β de période $>$ 6 mois, de surface d'écoulement des précipitations.

Valeurs relatives en impulsions par minute sur compteur à fenêtre mince.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1959.......	–	–	–	–	400	400	450	550	350	450	350	220
1960.......	130	000	30	50	100	50	30	30	–	–	–	–

La mesure des résidus d'évaporation des précipitations, au cours de l'hiver et du printemps 1960, a donné des valeurs de radioactivité β, de période supérieure à 6 mois, de l'ordre de grandeur de celle trouvée pour la première neige radioactive décelée au sommet du Puy de Dôme, le 20 novembre 1951. Cette valeur, pour le résidu d'évaporation de 7 kg de neige, représentait 43 % du fond cosmique et terrestre local dans la chambre d'ionisation de mesure, mais la période était de 10 jours seulement [1].

Parmi les perturbations observées — en dehors de l'effet saisonnier — on décèle le 7 novembre 1960 du givre exceptionnellement radioactif. La première période apparente de l'activité du résidu d'évaporation de 1 kg de givre est de 10 à 15 h, avec une intensité de début correspondant

— selon la même échelle que le tableau I — à 200 impulsions/mn. La seconde période apparente est de 13 jours, avec une intensité de début de 100 impulsions/mn. Le résidu, noirâtre et goudronneux, est abondant et pourvu de l'odeur *sui generis* propre à tous les résidus recueillis depuis 15 ans, dans des conditions analogues, au sommet du Puy de Dôme.

Pour l'étude de l'air libre, on procède principalement en vol, à bord d'un avion-laboratoire, à la vitesse d'opération de 100 km/h (avion type NC.-859, appartenant au S.F.A.T.A.T.). Au cours des vols de prospection, on a effectué de nombreuses observations. De plus, deux opérations de longue durée ont permis le ramassage, à très basse altitude au-dessus du sol et du relief survolés, et l'accumulation des particules en suspension dans l'air libre, sur une grille métallique enduite d'un adhésif siliconé, placé frontalement dans le vent relatif à l'extérieur de l'aéronef. Cette grille métallique a la forme d'un disque de 11 cm de diamètre. Les mesures de sa radioactivité sont donc effectuées sur bêtamètre à chambre d'ionisation à grande fenêtre mince.

La première des deux opérations porte sur 25 h de vol réparties de juillet 1959 à décembre 1959; la seconde, sur 40 h de vol, réparties de février 1960 à juillet 1960 (tableau II).

TABLEAU II.

Radioactivité β de période > 6 mois, de grille adhésive exposée en vol.

Valeurs exprimées en pourcentage du fond cosmique et terrestre local sur bêtamètre à chambre d'ionisation.

1.	Durée des vols 25 h réparties de juillet à décembre 1959	50 %
2.	» » 40 h » février à juillet 1960	5 à 3 %

La radioactivité de l'air libre, estimée d'après ces résultats, décroît plus rapidement que la radioactivité de surface du sol. Cela tient à ce que les précipitations — particulièrement de longue durée au sommet du Puy de Dôme et comprenant le brouillard lourd, la pluie, le givre et la neige — jouent un grand rôle dans l'apport au sol de la radioactivité artificielle provenant de la « réserve stratosphérique ».

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1447.

ALGOLOGIE. — *Sur la reproduction du* Gymnogongrus norvegicus (*Gunner*) *J. Agardh dans la Manche et les cycles reproducteurs des Phyllophoracées* (*Algues Rouges*). Note (*) de M. **Georges Schotter**, présentée par M. Lucien Plantefol.

L'auteur confirme, pour les *G. norvegicus* à némathécies de la Manche, l'existence d'un mode reproducteur analogue à celui de leurs homologues méditerranéens. Considérées jusqu'ici comme de simples tétrasporophytes, ces Algues sont, en réalité, des gamétophytes porteurs de tétrasporophytes réduits et parasites que l'auteur propose de désigner, non plus par le terme de némathécie, mais par celui de tétrasporocarpe. En même temps, est mise en évidence l'existence de plusieurs types de cycles reproducteurs dans la famille des Phyllophoracées à laquelle appartient le genre *Gymnogongrus*.

Nous avons, dans une Note précédente ([1]), relaté la manière dont il fallait interpréter le cas, jugé jusqu'ici anormal, du *Gymnogongrus norvegicus* (Gun.) J. Ag. en Méditerranée. Nous avons pu établir en effet que les individus méditerranéens qui paraissaient de simples tétrasporophytes, étaient en réalité des gamétophytes porteurs de tétrasporophytes. Du même coup se trouvait dévoilée la raison pour laquelle on ne rencontre en Méditerranée que la forme à némathécies du *G. norvegicus*.

Cette découverte nous donnait alors à penser que des faits identiques pouvaient se retrouver dans la Manche et l'océan Atlantique, où le *G. norvegicus* se présente sous les deux formes (individus à cystocarpes et individus à némathécies), et, où, de ce fait, son cycle reproducteur semble être celui d'une Rhodophycée diplobionte normale. C'est ainsi qu'en nous basant sur la seule analogie de structure des némathécies, nous avions été amené, à formuler, pour les tétrasporophytes de la Manche, l'hypothèse d'une reproduction identique à celle de leurs homologues méditerranéens, et à admettre l'existence simultanée non plus d'une, mais d'au moins deux espèces.

Cette hypothèse vient de recevoir confirmation à la suite de recherches poursuivies à la Station biologique de Roscoff. Nous avons en effet retrouvé et constaté l'existence de procarpes et de spermatocystes sur les différents pieds de *G. norvegicus* à némathécies que nous avons examinés.

La confirmation de cette hypothèse nous permet ainsi des conclusions que, faute de ces données complémentaires, il eût été imprudent de tirer lors de la rédaction de notre première Note. Ces conclusions concernent à la fois le genre *Gymnogongrus* et la famille des Phyllophoracées à laquelle ce genre se rattache.

Tout d'abord, l'espèce *G. norvegicus* ne peut plus être admise dans le sens où elle l'était jusqu'ici. Sous ce vocable, se cache en réalité un complexe d'espèces qui doivent maintenant être séparées. Sans vouloir entrer dans les détails, il existe à notre avis, dans la Manche et dans l'Atlantique, probablement trois sinon quatre espèces, distinctes anatomiquement et

morphologiquement, et désignées jusqu'à ce jour par le binome *Gymnogongrus norvegicus* (Gun.) J. Ag. Les individus méditerranéens se rattacheraient à l'une de ces espèces qui, par ailleurs, constituent des couples du type de ceux que nous connaissons déjà, à savoir deux espèces très voisines morphologiquement, mais se distinguant par la nature des spores (carpospores ou tétraspores) produites par la génération parasite issue du zygote.

Autre fait qui s'impose : l'existence dans la famille des Phyllophoracées de plusieurs types de cycles reproducteurs, qui montrent que les représentants de cette famille sont déjà bien évolués. Nous y trouvons en effet :

1. Le cycle trigénétique et diplohaplophasique de la plupart des Floridées, qui est celui de diverses espèces comme *Phyllophora membranifolia* (G. et W.) J. Ag. ou *Stenogramme interrupta* Mont. A ce type de cycle est associé, chez les tétrasporophytes, un type de némathécie qui correspond à ce que nous considérons comme une vraie némathécie : celle-ci est constituée par des files parallèles de tétrasporocystes, issues des cellules corticales et par conséquent d'origine exogène.

2. Des cycles digénétiques diplohaplophasiques qui dérivent probablement de cycles normaux trigénétiques par disparition d'une génération. Ces cycles digénétiques qui semblent être l'apanage du genre *Gymnogongrus*, caractérisent les espèces de ce genre formant les couples dont nous avons parlé plus haut. Ils sont de deux types :

a. Cycle digénétique à gamétophyte et carposporophyte : ce sont les cas du *G. linearis* (Turn.) J. Ag., du *G. pusillus* (Mont.) J. Feldm. et G. Mazoyer et des *G. norvegicus* (Gun.) J. Ag. à cystocarpes. Ce type de cycle, dans l'état actuel de nos connaissances, pose un problème. Si l'on admet, comme cela est vraisemblable, que la fécondation précède le développement du carposporophyte, il reste à déterminer la place de la méiose, étant donné, par ailleurs, qu'il n'existe pas ou qu'il n'existe plus, pour ces espèces, de tétrasporophyte connu. Nous retrouvons là un problème identique à celui que posent nombre de Floridées dont seuls sont connus les gamétophytes et les carposporophytes;

b. Cycle digénétique à gamétophyte et tétrasporophyte réduit parasite : ce sont les cas du *Phyllophora Brodiæi* (Turn.) Ag., du *Gymnogongrus platyphyllus* Gardn., du *G. Griffithsiæ* (Turn.) Mart. et des *G. norvegicus* (Gun.) J. Ag. à némathécies. A ce type de cycle est associé un type de némathécie, d'origine endogène, qui ne correspond pas à une vraie némathécie et qui représente en réalité un individu réduit et parasite, dont l'anatomie diffère considérablement de celle d'une vraie némathécie. C'est pourquoi le terme de némathécie ne doit plus être employé pour désigner ces tétrasporophytes naissant directement de la fécondation d'un carpogone. Nous proposons d'y substituer celui de tétrasporocarpe.

Nous remarquerons que ce type de cycle est encore intéressant à un autre point de vue : il nous permet de retrouver chez les Floridées un cycle analogue à celui des Hépatiques ou des Mousses chez les Bryophytes.

3. Un type de cycle digénétique de nature cytologique incertaine, mais vraisemblablement haplophasique, apogamique et apoméiotique : celui de l'*Ahnfeltia plicata* (Huds.) Fries. Ce cas est, pourrait-on dire, désespéré : étant donnée l'extrême petitesse des noyaux de cette algue, il est douteux qu'on puisse arriver à le résoudre cytologiquement.

Tout ce qui précède, mériterait évidemment d'être développé et détaillé ; nous réserverons ces développements et ces détails pour un travail ultérieur. Nous voudrions seulement, en terminant, attirer encore une fois l'attention sur l'intérêt exceptionnel que présente cette famille des Phyllophoracées qui, si elle ne renferme qu'un petit nombre de genres, possède en contrepartie un grand nombre de cycles reproducteurs différents dont l'étude peut être des plus fructueuses pour la compréhension d'autres groupes de Floridées.

(*) Séance du 10 octobre 1960.
(1) G. SCHOTTER, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 1174.

(*Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences d'Alger et Station biologique de Roscoff.*)

ALGOLOGIE. — *Sur la multiplication végétative de* Zonaria tournefortii *(Lamour.) Montagne.* Note (*) de Mme **Jeanne Gaillard**, présentée par M. Lucien Plantefol.

Zonaria tournefortii, conservé au laboratoire à une température constante, a montré pendant l'hiver une multiplication végétative s'effectuant grâce à des filaments et à des bourgeons issus des cellules initiales marginales.

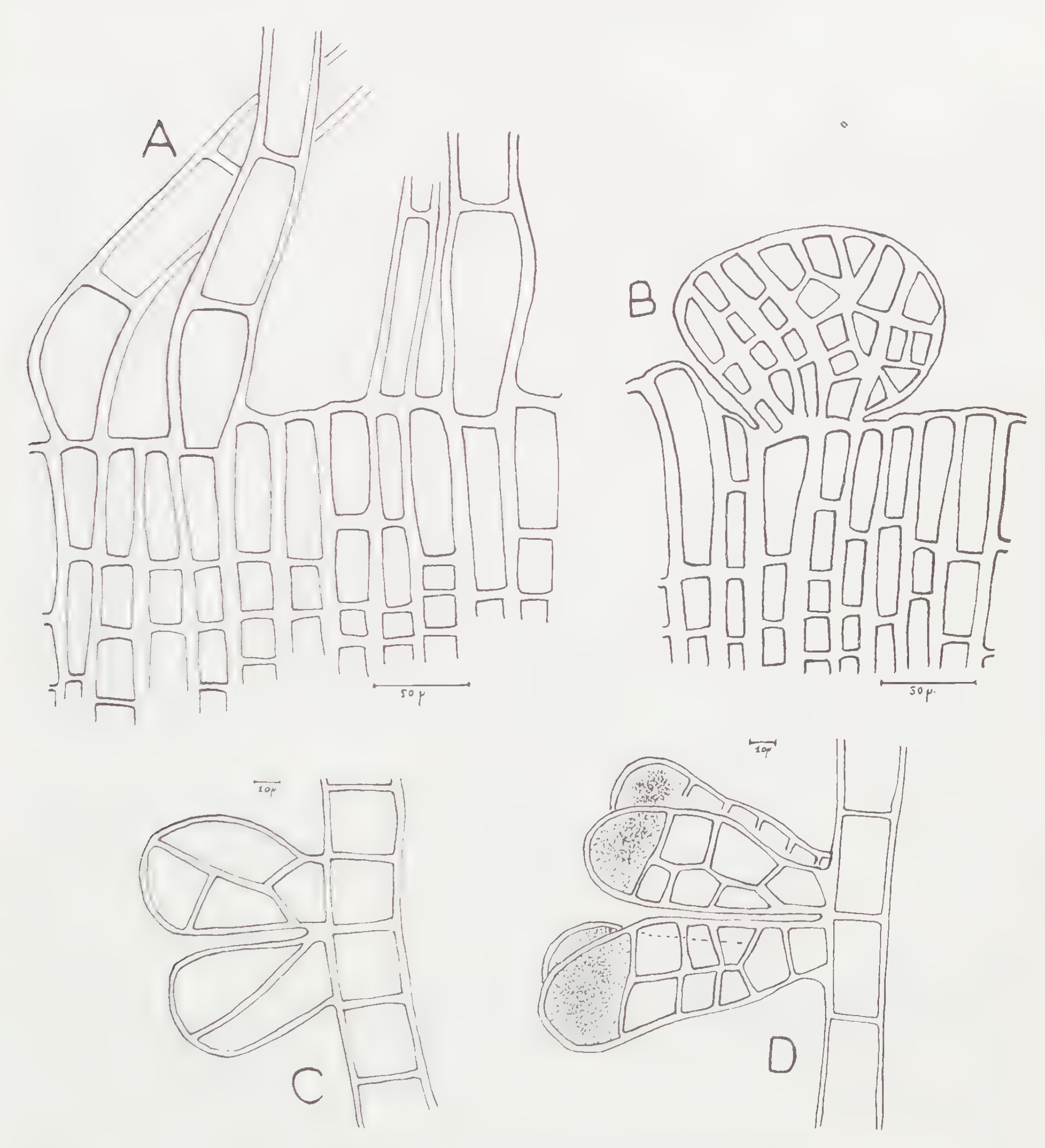
Les Dictyotales (Phéophycées) sont caractérisées par une reproduction oogame et un cycle digénétique et isomorphe. Le cycle normal est souvent remplacé par une multiplication végétative qui peut s'effectuer de différentes manières : soit à partir de cellules mères de tétraspores, comme J. Feldmann ([1]) l'a montré chez *Dilophus fasciola*, soit à partir de cellules végétatives. Ainsi, Sauvageau ([2]) a décrit chez *Zonaria tournefortii* un procédé qui permet à l'Algue de survivre : il s'agit d'un système de rhizoïdes produits par la fronde jeune, rhizoïdes qui, en s'enchevêtrant, deviennent un axe rhizoïdien sur lequel poussent de nouvelles frondes, tandis que les parties foliacées âgées disparaissent. P. Gayral ([3]) a récemment signalé un mode de régénération chez *Spatoglossum solierii*; dans ce cas, les cellules du thalle donnent naissance à des filaments rhizoïdaux porteurs de jeunes lames ressemblant à des plantules.

Lors d'une étude de *Zonaria tournefortii*, il a été possible d'assister à une multiplication végétative d'un type assez différent de celui décrit précédemment par Sauvageau. En effet, les parties foliacées n'ont pas disparu et c'est à partir de celles-ci que le bourgeonnement a eu lieu.

Les exemplaires de *Zonaria* étudiés ont été récoltés au mois de septembre dans le golfe de Naples. Ils ont été conservés ensuite à Paris dans de la solution nutritive de Schreiber additionnée d'extrait de terre, renouvelée fréquemment. Placés dans une pièce à température constante de 12° et éclairés artificiellement pendant 12 h sur 24, ils ont vécu ainsi pendant plusieurs mois.

Vers la fin du mois d'octobre, quelques filaments brunâtres apparaissent sur les bords de la fronde. Ces filaments prennent naissance à partir des cellules du bord du thalle; la membrane externe de la fronde se poursuit d'ailleurs sur les filaments (*fig.* 1, A). Le bord du thalle a un aspect très particulier et très différent de celui du bord normal. Les initiales ont une couleur notablement plus brune, due à une grande accumulation de physodes; de plus, les cellules terminales de deux files voisines s'écartent l'une de l'autre; le bord prend ainsi une allure festonnée qui précède l'apparition des filaments. Ce phénomène n'est pas général pour l'ensemble de la zone marginale, mais il concerne toujours des portions importantes de ce bord. Les filaments sont formés d'une file de cellules rectangulaires;

celles-ci sont pourvues de plastes; le noyau, légèrement ovalaire, occupe le centre de la cellule; les physodes, bien visibles après coloration vitale au bleu de crésyle ou au rouge neutre, sont répartis en deux groupes de part



Zonaria tournefortii. A, bord du thalle avec filaments;
B, bourgeon issu directement de la zone marginale;
C, jeunes bourgeons issus d'un filament; D, jeunes bourgeons.

et d'autre du noyau. La cellule ne contient ni corps irisants ni inclusions réfringentes, alors que celles du thalle en possèdent.

La présence de plastes dans la cellule de ces filaments ne permet pas de les comparer à des rhizoïdes ou à des poils de Phéophycées; le mode de croissance terminal les éloigne également des filaments marginaux de

Cutlériales avec lesquels cependant ils auraient le plus d'analogie. Ces filaments ont une destinée très particulière; en effet, certaines de leurs cellules vont donner naissance à des bourgeons. Une cellule du filament se divise d'abord en deux; puis, chacune prolifère latéralement une cellule; celle-ci se divise ensuite obliquement; une seconde division limite vers la base une cellule grossièrement triangulaire servant de lien entre le filament et le bourgeon (*fig.* 1, C). Les cloisonnements suivants se feront soit parallèlement au filament soit perpendiculairement (*fig.* 1, D). Le bourgeon se détache alors du filament et le jeune thalle, ainsi formé, mène une vie propre pouvant à son tour donner naissance à des filaments.

La cellule du bourgeon rappelle celle de la plante adulte par sa forme sub-carrée et par la dispersion dans le cytoplasme des physodes colorables par les colorants vitaux. Cependant, elle ne possède les corps irisants et les inclusions réfringentes typiques de *Zonaria tournefortii* que lorsque le bourgeon a atteint une grande taille et qu'il a pris la forme d'un jeune thalle.

Toutes les initiales ne forment pas de filaments, ceux-ci sont répartis en paquets et certaines initiales donnent naissance directement à des bourgeons analogues à ceux décrits précédemment, sans qu'il y ait formation de filaments intermédiaires. Très souvent encore, deux cellules marginales bourgeonnent simultanément et les cellules issues des différents cloisonnements s'organisent en bourgeons qui sont recouverts par la membrane externe (*fig.* 1, B). Parfois, plus de deux cellules interviennent dans la formation du bourgeon, trois, quatre, voire cinq cellules voisines font simultanément leurs divisions.

Un tel mode de multiplication végétative ne paraît pas avoir été décrit antérieurement chez les *Zonaria*; il pourrait être rapproché de la multiplication par propagules observée chez les *Sphacelaria*.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) J. Feldmann, *Rev. algol.*, 9, 1937, p. 243-325.

(2) C. Sauvageau, *Bull. Stat. Biol. Arcachon*, 8, 1905, p. 66-81.

(3) P. Gayral, *Proceed. IX inter. bot. Congr. Montréal.*, II A, 1959, p. 13.

(*Laboratoire de Biologie végétale marine.*)

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure d'un glucoside d'aromadendrine extrait de l'aubier de* Prunus Mahaleb *et de* Prunus Persica vulgaris. Note (*) de M. **Henri Pacheco**, présentée par M. Marcel Delépine.

Il s'agit de la β-D-glucopyranosyloxy-7 trihydroxy-3.5.4′ flavanone (II).

Dans deux Notes précédentes [1], [2], nous avons signalé la présence, dans l'aubier de différents *Prunus*, de deux glucosides de flavanonols, dont l'un dérive de l'aromadendrine (tétrahydroxy-3.5.7.4′ flavanone); puis, nous avons indiqué le mode d'extraction et de purification qui comporte une chromatographie sur poudre de cellulose, avec l'eau comme solvant d'entraînement.

Les fractions qui contiennent les deux glucosides de flavanonols [2] sont rassemblées, l'eau est évaporée sous vide; le résidu sec est épuisé deux fois avec 100 ml de méthanol bouillant qui dissout les glucosides. Le méthanol éliminé, il reste environ 5 g de produit constitué par un mélange de glucosides d'aromadendrine et de taxifoline; comme tous les procédés de fractionnement mis en œuvre n'ont pas encore permis d'isoler chacun d'eux à l'état pur, le mélange (5 g) a été oxydé en glucosides de flavonols par un procédé doux : dissolution dans 150 ml d'une solution de bisulfite de sodium à 15 %, ébullition 3 h. Après refroidissement, le précipité jaune qui s'est formé est essoré. C'est un mélange de glucosides de kaempférol (tétrahydroxy-3.5.7.4′ flavone) et de quercétine (pentahydroxy-3.5.7.3′.4′ flavone), impossibles à séparer par cristallisation fractionnée mais séparables par chromatographie sur papier. Sur une feuille de papier Whatmann n° 1 (40 × 45 cm), on dépose, sous forme d'un trait, 2 ml d'une solution méthanolique contenant 15 mg du mélange. Le solvant d'entraînement est le système butanol/AcOH/H_2O.

L'examen aux rayons ultraviolets montre deux zones fluorescentes en jaune; celle dont le R_f est 0,5 correspond au glucoside de kaempférol. L'élution est effectuée par 100 ml d'alcool bouillant à 50 %. Le solvant évaporé, le résidu est cristallisé deux fois dans le minimum d'acide acétique à 30 %, puis dans un mélange eau-pyridine (90-10). Rdt : 150 mg/1 kg d'aubier de P. Mahaleb.

(I) (II)

(III)

Ce produit, séché 36 h sur P_2O_5, sous un vide de 0,2 mm Hg, à 110°, se présente sous forme de cristaux jaunes F 280°.

L'hydrolyse chlorhydrique (ClH à 5 %, ébullition 3 h) libère D-glucose et kaempférol, identifiés par chromatographie sur papier. L'analyse élémentaire s'accorde avec la formule brute : $C_{21}H_{20}O_{11}$ (calculé %, C 56,25; H 4,46; trouvé %, C 56,24; H 4,60) et correspond au rapport : 1 glucose/1 kaempférol.

L'analyse élémentaire du dérivé acétylé (F 240-242°, acétylation dans anhydride acétique bouillant en présence d'acétate de sodium fondu) confirme ce rapport : $C_{35}H_{34}O_{18}$, calculé %, C 56,60; H 4,58; trouvé %, C 56,71; H 4,56.

La position du reste glucose a été déterminée en comparant ce glucoside de kaempférol au glucoside-7-kaempférol (III) que nous avons récemment préparé à partir de la prunine (I) ([3]).

Ces deux glucosides de flavonols ont même spectre ultraviolet [trois maximums à 265-325 et 367 mμ (alcool)] et même R_f dans différents solvants. Leurs dérivés acétylés sont identiques : même spectre ultraviolet [deux maximums à 250 et 300 mμ (alcool); point de fusion mélangée non abaissé, spectres infrarouge (KBr) superposables].

Puisque l'oxydation par le bisulfite, du glucoside d'aromadendrine extrait de l'aubier de *P. Mahaleb* et *P. Persica vulgaris*, conduit au glucoside-7 kaempférol (III), il faut conclure que le glucoside de flavanonol est la β-D-glucopyranosyloxy-7 trihydroxy-3.5.4′ flavanone (II) ([4]).

Actuellement, nous essayons d'isoler ce glucoside à l'état pur par la méthode des contre-courants, de faire sa synthèse et celle du glucoside-7 kaempférol.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

([1]) H. Pacheco, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 2636.

([2]) H. Pacheco, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 1106.

([3]) H. Pacheco, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 1077.

([4]) Harborne a isolé le même composé de *Primula Sinensis*. Publication en cours (Communication privée).

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Différenciation sexuelle et gamétogenèse abortive chez un mâle haploïde d'Urodèle* (Pleurodeles waltlii), *élevé en parabiose.* Note de MM. **Louis Gallien** et **Jean-Claude Beetschen**, présentée par M. Robert Courrier.

Un mâle haploïde d'Amphibien urodèle a pu, pour la première fois, être obtenu et élevé jusqu'à l'âge de 3 ans. Dans le testicule la première division méïotique présente des anomalies qui entraînent la pycnose des cellules filles et ne permet pas l'achèvement de la spermatogenèse.

On sait que dans la parthénogenèse naturelle (ex. Hyménoptères) un individu haploïde arrive par un processus régulateur mis en œuvre au cours de la réduction chromatique, à édifier des gamètes haploïdes. Un tel processus doit être conçu comme un phénomène fixé dans le génotype de l'espèce, mais dont l'acquisition par la lignée est secondaire. Il est consécutif au fait même de la parthénogenèse. On peut alors se demander ce qu'il advient dans la gamétogenèse d'une espèce où la parthénogenèse naturelle n'existe pas et où expérimentalement on obtient la réalisation d'individus haploïdes élevés jusqu'à l'état adulte.

Ce problème a pu être abordé chez un Amphibien urodèle, *Pleurodeles waltlii*. Dans un premier temps, des embryons haploïdes sont obtenus, soit par exérèse du pronucleus femelle lors de la fécondation, soit plus généralement par un choc thermique (+ 1/+ 2°) de l'œuf fécondé. Pour la quasi-généralité des cas de tels animaux haploïdes meurent précocement, le plus souvent au moment où débute la prise de nourriture. Cependant leur élevage en parabiose avec un individu standard diploïde permet la survie, le développement au-delà de la métamorphose et jusque l'état structural de l'adulte. Actuellement nous disposons de 25 Pleurodèles haploïdes âgés de 5 mois à 3 ans, dont neuf ont plus de deux ans [(1) à (4)].

La différenciation de la gonade des haploïdes interfère avec celle des diploïdes, elle est marquée notamment par des effets d'inhibition. Ce point sera étudié ultérieurement. Pour le problème posé nous retiendrons les phénomènes de la gamétogenèse d'un mâle haploïde âgé de 3 ans, morphologiquement adulte, dont la gonade présente les caractères apparents de cet état (4).

L'individu haploïde a pour origine un œuf pondu et choqué le 24 mai 1957; l'embryon fut mis en parabiose le 29 mai 1957, la métamorphose notée dans le courant du huitième mois (janvier 1958). L'autopsie (juin 1960) des deux parabiontes montre que le composant diploïde possède deux gonades de type ovarien, profondément inhibées et réduites à un mince cordon. Cependant les bras montrent une callosité modeste, mais qui témoigne incontestablement de la présence d'hormone mâle dans le sang circulant, commun aux deux individus. Effectivement le composant haploïde porte deux testicules, le gauche plus petit que le droit. Celui-ci mesure 5 × 4 mm, il a l'aspect macroscopique caractérisant un adulte.

L'examen des coupes de ce testicule révèle des aspects bien particuliers (*fig.* 1-2). Il n'existe ni spermatides, ni figures de spermiogenèse, ni spermatozoïdes. En revanche les spermatogonies sont normales et les stades initiaux de la première cinèse de la réduction méïotique jusqu'au stade pachytène se laissent observer sans difficulté. Pour chaque stade caractéristique le noyau est sensiblement de taille moitié par rapport à celle du stade correspondant chez un témoin (*fig.* 3 à 6).

A la périphérie de la gonade on rencontre une zone corticale de cystes contenant des spermatogonies. L'étude caryologique pratiquée sur coupes et écrasements montre que les mitoses goniales possèdent les 12 chromosomes du stock haploïde. La zone des cystes à spermatogonies passe à une seconde où s'observent des spermatocytes I. Ceux-ci subissent une évolution caryologique comparable à celle de leurs équivalents chez les témoins diploïdes. Bien qu'il n'y *ait pas appariement de chromosomes homologues*, l'aspect très caractéristique du stade pachytène est bien identifiable, les chromosomes montrant les courtes expansions latérales habituelles. La taille des spermatocytes I s'accroît. Puis les chromosomes se contractent fortement, et sont très colorables. Mais on n'observe pas la formation des bivalents caractéristiques de la métaphase I. L'appareil achromatique se développe normalement. Cependant les chromosomes métaphasiques ne se clivent pas. Ces univalents se répartissent en deux lots entre les deux cellules filles, sans s'être divisés et apparemment d'une manière quelconque, ce dernier point restant à préciser. La plasmodiérèse aboutit à la formation de l'équivalent de spermatocytes II, mais aneuploïdes.

Ce dernier stade est suivi d'une cytolyse rapide. On trouve en effet dans les cystes plus centraux des amas de noyaux pycnotiques. Certains de ces noyaux compacts ont une taille double des autres, des noyaux de volume intermédiaire s'observent. Il est clair que la dégénérescence est totale à la télophase de la cinèse spermatocyte I-spermatocyte II. Il est probable qu'elle commence, pour certaines cellules, dès le stade pachytène,

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — Coupe dans un testicule témoin de Pleurodèle montrant l'organisation générale de la gonade à maturité sexuelle.

Fig. 2. — Coupe correspondante du testicule haploïde. Remarquer la région centrale avec des cystes en complète involution.

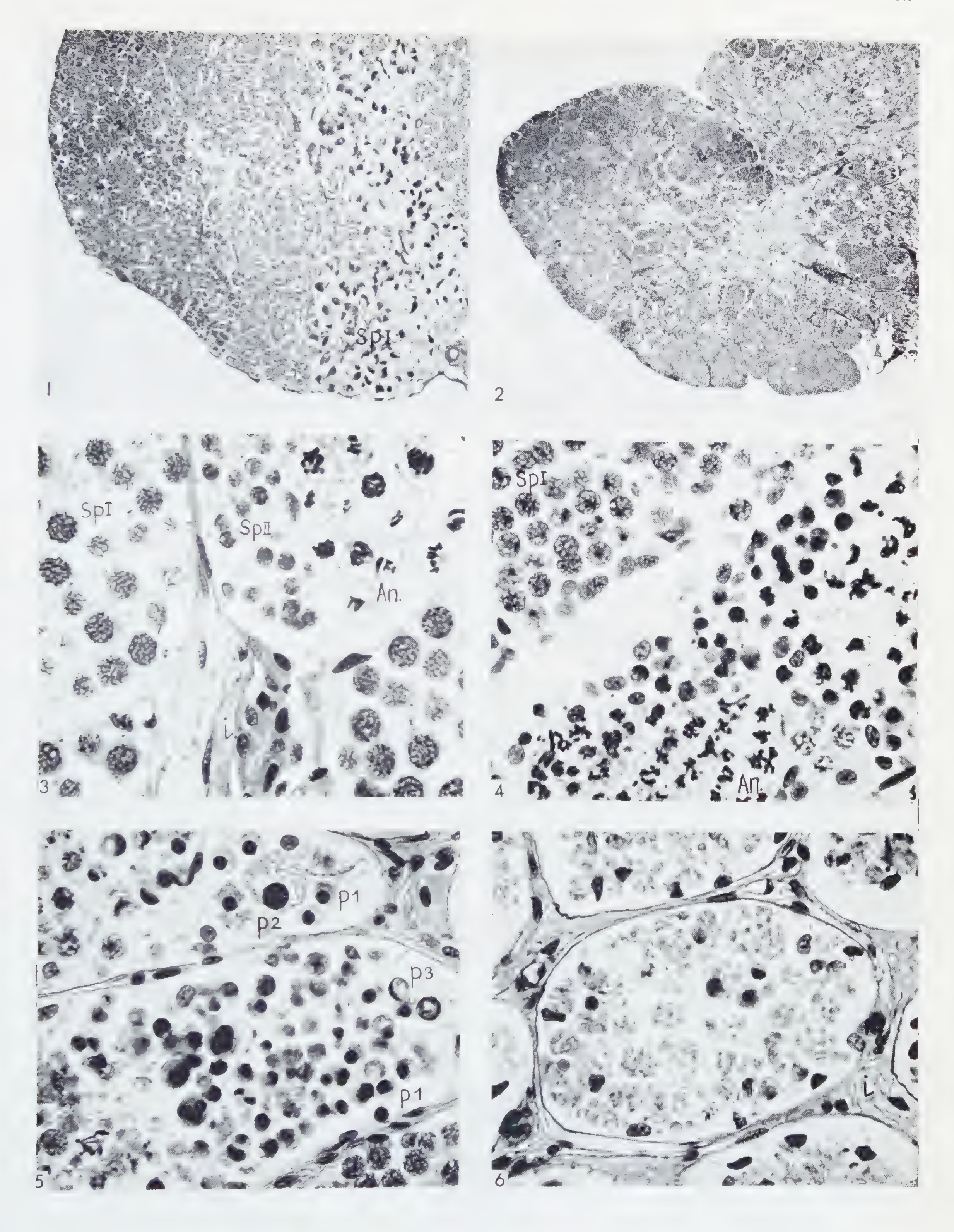
Fig. 3. — Coupe dans un testicule témoin diploïde montrant les phases normales de la première cinèse de maturation. Noter le volume des noyaux aux divers stades.

Fig. 4. — Coupe dans un cyste présentant divers aspects du phénomène abortif : spermatocytes I (Sp. I), pachyténie, métaphases et anaphases I (An.), noyaux en pycnose.

Fig. 5. — Coupe dans un cyste montrant des aspects pycnotiques plus avancés. Noter les volumes variables des noyaux pycnotiques (p 1, p 2, p 3).

Fig. 6. — Achèvement de la dégénérescence dans un cyste central. Noter le tissu interstitiel (i.).

Fig. 1 et 2 (G × 20); Fig. 3 à 6 (G × 375) An., anaphases de la première cinèse; (i., tissu interstitiel; Sp. I, Sp. II, spermatocytes I et II; Spz., spermatozoïdes).



1
SpI
2
3
SpI
SpII
An.
i.
4
SpI
An.
5
p1
p2
p3
p1
6
i.

comme le suggère la présence de noyaux du volume correspondant à ce stade et déjà pycnotiques.

Enfin l'observation des cystes occupant la région centrale de la gonade révèle l'achèvement du processus involutif. Les cystes sont remplis d'une masse de cellules détruites à contenu granuleux clair, sans traces d'organisation, où subsiste parfois la membrane cellulaire. Entre les cystes on note la présence d'un tissu interstitiel médiocrement développé, permettant toutefois par son activité endocrine la présence des callosités mentionnées précédemment.

Chez les rares spécimens d'Urodèles haploïdes ayant vécu assez longtemps pour que le sexe de la gonade puisse être identifié, on ne connaissait jusqu'alors que des femelles ([5]), ([6]), ([7]). Ces individus n'ont guère dépassé le stade de la métamorphose et leur gamétogenèse est inconnue. Pour la première fois un individu haploïde mâle d'Urodèle a pu être obtenu et élevé jusqu'au stade correspondant à l'adulte. La spermatogenèse commence normalement, mais aucun phénomène régulateur de la méïose ne se produit. Le processus avorte à la fin de la première cinèse de maturation entraînant la stérilité des mâles haploïdes.

([1]) L. Gallien, *C. R. Soc. Biol.*, 151, 1957, p. 1085.
([2]) L. Gallien, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 4038.
([3]) J. C. Beetschen, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2672.
([4]) J. C. Beetschen, *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 94, 1960, p. 12.
([5]) G. Fankhauser, *J. Exp. Zool.*, 79, 1938, p. 35.
([6]) M. Fischberg, *Genetica*, 24, 1948, p. 213.
([7]) M. Sanada, *J. Sc. Hiroshima Univ.*, série B, div. 1, 12, 1951, p. 35.

(*Laboratoire d'Embryologie, Faculté des Sciences, Paris.*)

EMBRYOLOGIE. — *Les caractères de la phase de rotation des œufs dans l'utérus, chez l'Orvet* (Anguis fragilis *L.*). Note de M. **Albert Raynaud** [1], présentée par M. Jacques Tréfouël.

Au cours de recherches effectuées en collaboration avec P. Ancel sur l'orientation de l'axe embryonnaire chez l'Orvet, une rotation des œufs dans l'utérus a pu être observée directement [2] : les œufs, ellipsoïdaux à ce stade, tournent autour de leur grand axe, dans une direction opposée au mouvement des aiguilles d'une montre; la rotation est de même sens dans les deux oviductes; la durée d'un tour est comprise entre 5 et 7 mn.

Dans cette Communication, j'apporte des renseignements complémentaires sur cette phase de rotation et j'examine quels rapports peuvent exister entre elle et l'orientation de l'axe embryonnaire.

1. *Stade de développement des œufs au cours de la phase de rotation.* — Quelques œufs de l'orvet Orv. 238 sacrifié le 3 juin 1960, alors que les œufs étaient en rotation active dans l'utérus, ont été, après fixation et coloration *in toto*, étudiés à la loupe binoculaire : ils étaient au stade du disque germinatif ovale, non segmenté; la surface du disque était unie ou présentait de petits creux; l'examen histologique de deux d'entre eux m'a montré qu'ils avaient été pénétrés par plusieurs spermatozoïdes : les noyaux spermatiques avec leur traînée, étaient visibles à une certaine profondeur, en général au-dessous des creux de surface; dans un des deux œufs, deux assez gros noyaux accolés, représentent vraisemblablement les pronuclei mâle et femelle en conjugaison; deux noyaux plus petits offrent une image semblable dans l'autre œuf. Contrairement à la suggestion faite antérieurement [2] il s'agit donc là d'œufs fécondés.

Au moment où la rotation des œufs touche à sa fin (œufs de l'orvet Orv. 264 sacrifié le 20 juin), l'œuf est encore au stade du disque germinatif ovale; ce dernier est en cours de segmentation; il mesure environ 2,8 × 3,5 mm et comprend de grands blastomères dans une zone périphérique en forme de croissant et de petits blastomères (leur répartition suggère l'existence d'un plan de symétrie); ainsi que l'indiquent les variations de volume des blastomères et la dimension encore faible du disque germinatif, la segmentation en surface du disque germinatif est assez loin d'être terminée [les stades auxquels se trouvent ces œufs correspondent à ceux des œufs représentés sur les figures 13 à 15 de la planche XVII du travail de Nicolas [3]].

2. *Rapports entre le mouvement de rotation des œufs et l'orientation de l'axe embryonnaire.* — On sait que dans l'utérus, l'embryon est orienté dans la majorité des cas (80 % environ) selon le petit axe de l'œuf ou plus ou moins obliquement par rapport à cet axe; au total, 92,8 % des embryons ont, *in utero*, leur tête tournée du côté droit de la mère, c'est-

à-dire dans la direction du mouvement de rotation de l'œuf (2); ainsi apparaît une relation manifeste entre l'orientation de l'axe queue-tête de l'embryon et le sens de la rotation des œufs dans l'utérus. A la suite des travaux effectués par P. Ancel et P. Vintemberger (4) chez l'œuf de grenouille, mettant en évidence l'effet d'une rotation de courte durée sur l'orientation de l'axe embryonnaire, plusieurs auteurs ont envisagé l'existence de relations du même ordre chez les Oiseaux et chez les Reptiles.

Chez les Oiseaux P. Vintemberger et J. Clavert (5), (6) ont mis en évidence la relation existant entre l'orientation de l'embryon et le sens du mouvement de rotation imprimé à l'œuf par l'utérus; d'après leur conception (5), le sens de l'axe embryonnaire est lié à celui du mouvement de rotation des enveloppes de l'œuf; cette interprétation est en accord avec les résultats de leur analyse (7) des effets de la rotation chez l'œuf de grenouille rousse : ce serait l'action de surface que le chorion exerce ici sur le cortex ovulaire au cours de la rotation, qui serait responsable de l'effet symétrisant; lorsque les enveloppes tournent autour de l'œuf, l'axe queue-tête de l'embryon est orienté dans le sens de la rotation des enveloppes; inversement si c'est l'œuf qui tourne à l'intérieur de ses enveloppes, la tête de l'embryon doit être dirigée dans le sens opposé au déplacement.

Chez les Reptiles, Pasteels (8), J. Clavert et J. P. Zahnd (9) avaient déjà pressenti l'existence d'une relation entre un mouvement de rotation des œufs dans l'utérus et l'orientation de l'embryon, mais ils n'avaient pas observé cette rotation et en ignoraient donc les modalités et la direction. Clavert et Zahnd admettaient que l'ovocyte devait demeurer dans une position d'équilibre relativement constante dans l'oviducte, tandis que la rotation des membranes de l'œuf devait déterminer l'orientation de l'axe embryonnaire (9). Récemment P. Ancel (10) envisage, à la suite de nos observations, que la compression de l'œuf et la rotation orientent le plan de symétrie embryonnaire dans le plan perpendiculaire au grand axe de l'utérus; la rotation de l'œuf d'Orvet, agissant comme la « rotation d'orientation » chez la Grenouille rousse, orienterait l'axe tête-queue.

Un certain nombre de différences paraissent exister entre les effets de la rotation sur l'orientation de l'axe embryonnaire chez les Batraciens d'après l'analyse qu'en ont faite P. Vintemberger et J. Clavert (7) et les faits observés chez l'Orvet : chez ce dernier c'est l'œuf lui-même qui tourne dans l'utérus; le cytoplasme du disque germinatif est protégé en surface par la membrane vitelline (*zona radiata*); j'ignore quel est le comportement de son enveloppe secondaire; il est probable qu'elle est entraînée avec l'œuf ou qu'elle tourne moins rapidement que lui. L'axe queue-tête de l'embryon est cependant orienté dans le sens du mouvement de rotation.

D'autre part, ainsi que le montrent les faits rapportés ici, chez l'Orvet la rotation des œufs commence très tôt dans l'utérus; elle est active au

moment où l'œuf vient d'être fécondé mais n'est pas encore entré en segmentation; et elle est pratiquement terminée avant que le disque germinatif ne soit totalement segmenté en surface. Il est donc probable que chez l'Orvet la rotation exerce son maximum d'effet sur le cytoplasme indivis du disque germinatif. Il y a là des différences importantes par rapport à ce qui est connu chez les Oiseaux, chez lesquels la détermination de l'axe embryonnaire est tardive (stades de prégastrulation) (11), (12).

Pour ces diverses raisons, à côté des hypothèses des auteurs précédents, j'envisage que le mouvement de rotation puisse exercer sur le disque germinatif non segmenté de l'œuf d'orvet, un effet de symétrisation, de l'une ou l'autre des manières suivantes : soit en provoquant des déplacements dans les couches cytoplasmiques, de viscosité différente, du disque germinatif, entraînant ainsi un remaniement de l'organisation primitive de ce disque; soit en provoquant un certain brassage des constituants de ce disque avec répartition des matériaux de part et d'autre du plan de rotation qui devient ainsi plan de symétrie orienté (par l'inertie des matériaux de densité variable); soit encore que les ondes de contraction musculaire de l'utérus puissent provoquer des déformations de petite amplitude de l'œuf déterminant, en synergie avec la rotation, une orientation des constituants du disque germinatif parallèlement au plan de rotation.

(1) Avec l'assistance technique de Mlle J. Defoort, du C. N. R. S.

(2) A. Raynaud et P. Ancel, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 615.
(3) A. Nicolas, *Arch. Biol.*, 20, 1904, p. 611-658.
(4) P. Ancel et P. Vintemberger, *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, suppl. 31, 1948, p. 1-182.
(5) P. Vintemberger et J. Clavert, *C. R. Soc. Biol.*, 148, 1954, p. 149-151.
(6) P. Vintemberger et J. Clavert, *C. R. Soc. Biol.*, 148, 1954, p. 571-575.
(7) P. Vintemberger et J. Clavert, *Arch. d'Anat. d'Hist. et d'Embryol.*, 37, 1955, p. 153-162.
(8) J. Pasteels, *Arch. d'Anat. d'Hist. et d'Embryol.*, 37, 1955, p. 125-130.
(9) J. Clavert et J. P. Zahnd, *C. R. Soc. Biol.*, 149, 1955, p. 1650-1651.
(10) P. Ancel, *Comptes rendus*, 251, 1960, p. 1203.
(11) P. Vintemberger et J. Clavert, *C. R. Soc. Biol.*, 153, 1959, p. 661-665.
(12) J. Clavert et P. Vintemberger, *C. R. Soc. Biol.*, 154, 1960, p. 400-403.

(Institut Pasteur, Laboratoire de Sannois, Seine-et-Oise.)

PHYSIOLOGIE. — *Evaluation de paramètres caractérisant le corps humain comme système de masses suspendues.* Note (*) de MM. **Alain Wisner, André Donnadieu** et **Jacques Pomey**, présentée par M. Maurice Roy.

Si l'on soumet à des mouvements sinusoïdaux verticaux un homme assis, par l'intermédiaire d'une table vibrante, on peut évaluer les caractéristiques dynamiques des différentes parties du corps en vibrations longitudinales verticales. On peut, en particulier, apprécier l'amortissement caractéristique des groupes musculaires mis en jeu et mettre en évidence les fréquences de résonance des diverses masses corporelles. C'est ainsi que la fréquence de résonance de la tête varie de 1,1 à 2 Hz et celle du thorax de 4,2 à 5,1 Hz.

Le corps humain soumis à des excitations sinusoïdales ne peut être assimilé à une masse unique. Les différentes parties du corps se déplacent les unes par rapport aux autres comme dans tout système de masses suspendues à plusieurs degrés de liberté.

Pour étudier ces mouvements réciproques, nous avons placé des sujets sur des sièges assujettis à une table vibrante. L'amplitude de l'excitation sinusoïdale verticale pouvait varier de ± 1 à ± 7 mm et la fréquence de 0.85 à 10 Hz.

Sur la tête, le thorax et le bassin du sujet ainsi que sur la table, des capteurs d'accélération verticale à mutuelle inductance étaient solidement assujettis sans toutefois gèner le sujet. Les emplacements étaient choisis de telle sorte que les contractions musculaires ne déplacent pas les capteurs.

Les quatre types de sièges utilisés étaient :

1° Un siège de voiture automobile de qualités moyennes où le sujet était assis bas et avec une inclinaison du dossier de 20° par rapport à la verticale.

2° Un siège d'étude constitué par le moulage rigide du corps du sujet assis dans le premier siège.

3° Un siège identique au premier mais surélevé de 20 cm et basculé vers l'avant d'un angle de 20°, de telle sorte que le dossier soit vertical.

4° Un siège d'étude constitué par le moulage rigide du corps du sujet assis dans le troisième siège.

Les sujets étaient des hommes de 30 ans environ pesant respectivement 58, 72 et 87 kg.

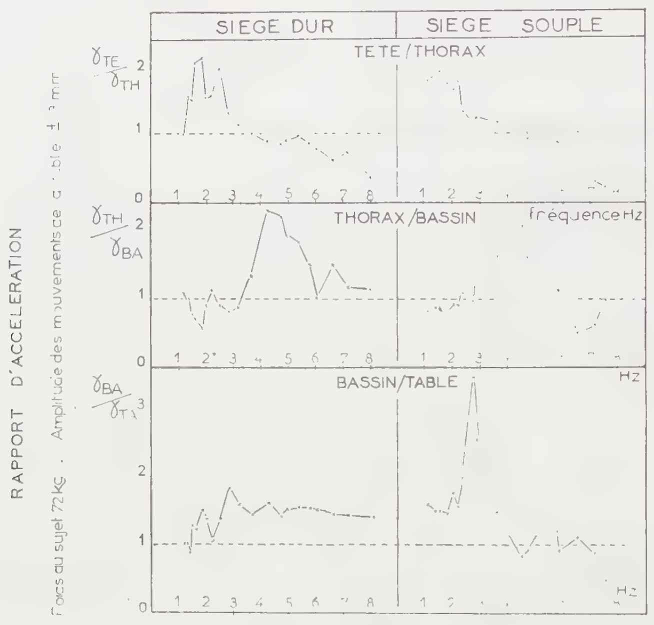
Des essais furent réalisés en attitude normale, raidie et relâchée de la musculature.

Les résultats furent interprétés en traçant, en fonction des fréquences d'excitation, les courbes de transmissibilité ou plus exactement les courbes des rapports d'accélérations maximales des masses corporelles prises deux à deux. On a aussi tracé en fonction des fréquences d'excitation les courbes de déphasage des masses corporelles les unes par rapport aux autres.

Les résultats suivants ont été observés :

1. *Tête.* — La tête présente des fréquences de résonance comprises entre 1,1 et 2 Hz. Le poids des sujets, le degré de contraction de leur musculature ne paraissent pas influencer nettement la place de la fréquence de résonance. Les qualités du siège (hauteur, inclinaison, rigidité) ne semblent pas déplacer la fréquence de résonance; par contre, la transmissibilité entre la tête et le thorax diminue quand la souplesse du siège augmente.

Seule l'amplitude de l'excitation, c'est-à-dire l'énergie communiquée au corps humain nous a paru influer sur la fréquence de résonance de la



Rapport des accélérations des différentes masses corporelles en fonction de la fréquence d'excitation et de la nature du siège.

tête : la fréquence passe de 2 Hz pour une excitation de ± 1 mm à 1,7 Hz pour une excitation de ± 6 mm.

Le déphasage de la tête par rapport au thorax est nul ou très faible tout au moins pour les amplitudes supérieures à ± 1 mm.

2. *Thorax.* — Le thorax présente des fréquences de résonance comprises entre 4,2 et 5,1 Hz. De nombreux facteurs agissent pour modifier cette fréquence de résonance. C'est ainsi que nous avons pu montrer que :

a. la fréquence de résonance passe de 5 Hz pour le sujet léger (58 kg) à 4 Hz pour le sujet lourd (87 kg) pour la même attitude moyenne, le même siège et la même excitation.

b. La fréquence de résonance varie de 5 Hz pour une attitude raidie (avec coefficient d'amplification voisin de 2,7 entre thorax et bassin) à 4 Hz pour une attitude relâchée (avec coefficient d'amplification voisin de 1).

c. La fréquence de résonance du thorax ne paraît pas influencée de façon nette par la nature du siège (souple ou dur, bas ou haut, incliné ou droit).

d. La fréquence de résonance du thorax varie de 5 Hz pour une amplitude d'excitation de ± 1 mm à 4 Hz pour une amplitude d'excitation de ± 6 mm. Cette constatation reste vraie quelle que soit la nature du siège.

L'étude des déphasages en fonction de la fréquence permet d'une part de vérifier les valeurs de fréquences de résonance que nous venons de donner, et d'autre part d'évaluer l'amortissement musculaire entre bassin et thorax. Quand le sujet est assis sur un siège souple, on note une pente faible de la courbe de déphasage en fonction de la fréquence, évoquant le fort amortissement de la liaison élastico-visqueuse que constituent les masses musculaires de l'abdomen et des lombes. Quand le sujet est assis sur un siège dur, la pente de la courbe de déphasage est plus forte et l'on peut tenter de situer cette courbe expérimentale dans la famille des courbes de déphasage classique et d'attribuer au système un coefficient réel d'amortissement égal à 2/10e du coefficient d'amortissement critique.

3. *Bassin*. — Le bassin ne présente par rapport à la table aucune fréquence de résonance quand le sujet est assis sur un siège dur. Pour une amplitude aussi faible que ± 1 mm, la suspension que constituent théoriquement les parties molles des fesses n'apparaît pas.

Pour le sujet assis sur un siège de souplesse moyenne, le bassin présente une résonance très nette entre 2 et 3,5 Hz. Comme cela est prévisible, la fréquence de résonance passe de 3,2 Hz pour une excitation de ± 1 mm à 2,3 Hz pour une excitation de ± 6 mm.

Conclusion. — Le corps humain doit être considéré comme un système de masses suspendues dont les caractéristiques varient avec certaines conditions externes et internes.

On peut, en particulier, expliquer les divergences entre les auteurs qui ont cherché la fréquence de résonance de l'homme assis.

Ceux qui ont étudié l'homme assis sur un siège souple ont trouvé une fréquence de résonance voisine de 2,8 Hz (la fréquence de résonance du bassin suspendu par le siège prédomine).

Les auteurs qui ont étudié l'homme assis sur un siège rigide ont trouvé une fréquence de résonance voisine de 4 Hz (la fréquence de résonance du thorax apparaît seule puisque le bassin n'est pratiquement pas suspendu).

(*) Séance du 26 septembre 1960.

(Travail du laboratoire de Physiologie de la Régie Nationale des Usines Renault.)

NUTRITION. — *Bilans énergétiques et azotés de la Ratte au cours de la gestation et sous l'effet de la prolactine.* Note (*) de M[lles] **Odette Champigny**, **Geneviève Bourdel** et M. **Raymond Jacquot** (1), présentée par M. Robert Courrier.

Les manifestations anaboliques de la gestation et celles qui sont provoquées par administration de prolactine, l'élévation de la rétention azotée notamment, ne sont pas accompagnées d'une augmentation sensible des échanges respiratoires.

Au cours de la gestation de la Ratte, on observe une élévation très notable de la rétention azotée, qui va de pair avec une forte prise de poids vif. De même, l'administration de prolactine, hormone impliquée dans le maintien de l'anabolisme gravidique, permet un gain de poids et une protéinogenèse accrus (2). Il était intéressant de voir dans quelle mesure ces phénomènes anaboliques affectaient le métabolisme énergétique.

Gestation. — Les bilans azotés et énergétiques ont été étudiés en continu, grâce au circuit de Cahn et Houget modifié (3), sur un lot de trois rattes gestantes et sur un lot témoin de trois animaux de même poids initial. L'expérience a duré 19 jours et les résultats par lot entier figurent dans le tableau I.

Tableau I.

	Lot de témoins.	Lot de gestantes.
Gain pondéral (g/j)	2,2	10,8 (*)
N ingéré (g/j)	0,967	1,061
N retenu (g/j)	0,141	0,203
O_2 consommé (l/j)	27,8	27,3
CO_2 dégagé (l/j)	24,0	24,7
Q. R.	0,86	0,90
Calories retenues par jour	14,2	36,7
O_2 (l/j/100 g)	4,1	3,1
CO_2 (l/j/100 g)	3,5	2,8

(*) Dont 4,7 g pour les fœtus et annexes.

En valeur absolue, les échanges respiratoires sont de même ordre chez les gestantes et les témoins, bien que les deux lots se comportent très différemment du point de vue croissance pondérale et rétention azotée. Si l'on rapporte les échanges à une unité de poids vif, on voit que, par 100 g de poids corporel, les gestantes ont une consommation d'oxygène inférieure à celle des témoins. A poids vif égal, les gestantes dépensent donc moins d'énergie que les témoins à l'entretien. La différence pour l'oxygène est de — 17 %.

Prolactine. — Deux séries expérimentales ont été entreprises, l'une sur des rattes adultes encore jeunes d'un poids moyen de 200 g, l'autre sur des animaux plus âgés de 300 g environ, chaque lot comprenant trois animaux. Dans le premier cas on a comparé pendant 12 jours trois rattes témoins M, F, R, à trois rattes O, D, A recevant chacune des injections

de 100 U. I. de prolactine par jour. Dans un deuxième temps de 12 jours également les rattes M, F, R elles-mêmes ont été traitées à la prolactine. Avec les rattes plus âgées B, C, D, le dispositif a été le suivant : bilans témoins pendant 12 jours, injection de prolactine pendant 12 jours, interruption et bilans témoins pendant 7 jours, reprise de prolactine pendant 12 jours. Les résultats d'ensemble figurent dans le tableau II. Ils intéressent les lots entiers.

TABLEAU II.

	Rattes de 200 g.			Rattes de 300 g.			
	T.	*Pr.*	*Pr.*	*T.*	*Pr.*	*T.*	*Pr.*
N° des rattes.	M, F, R.	M, F, R.	O, D, A.	B, C, D.	B, C, D.	B, C, D.	B, C, D.
Poids moyen (g).	665	730	715	844	886	933	973
Gain pondéral (g/j)	2,9	8,0	8,1	1,2	5,8	3,4	4,7
N ingéré (g/j).	1,013	1,157	1,152	1,040	1,159	1,111	1,138
N retenu (g/j).	0,131	0,190	0,265	0,032	0,137	0	0,074
O_2 total consommé (l/j).	27,9	29,4	28,8	28,0	28,1	29,2	30,0
CO_2 total dégagé (l/j)	25,3	26,7	26,0	26,3	26,5	27,1	28,2
Q. R.	0,91	0,91	0,91	0,94	0,94	0,93	0,94
Calories retenues par jour. . .	18,6	35,3	37,8	27,9	39,3	31,3	30,9
O_2 (l/j/100 g).	4,1	3,8	3,8	3,3	3,2	3,1	3,1
CO_2 (l/j/100 g).	3,7	3,4	3,4	3,1	3,0	2,9	2,9

Sous l'influence de la prolactine, la croissance pondérale est stimulée, la rétention d'azote augmentée et cela même chez des rattes âgées. Les facultés anabolisantes de cette hormone sont donc à nouveau démontrées. Cependant les échanges respiratoires ne subissent pas une élévation parallèle. L'expression des échanges gazeux en valeur relative (O_2 et CO_2 par 100 g de poids vif) montre que leur intensité a tendance à diminuer après administration de prolactine, du moins chez les rattes jeunes (tableau II).

Conclusions. — Il apparaît donc que les phénomènes anaboliques induits par la gestation ne modifient pas sensiblement les échanges respiratoires. Ceci revient à dire que le coût énergétique de l'édification de la portée et des réserves maternelles est très faible par rapport au besoin d'entretien. Il semble donc que le rendement des synthèses de la gestation soit élevé. Nos précédentes recherches tendaient à attribuer à la prolactine un rôle essentiel dans le maintien de l'anabolisme gravidique. Cette hypothèse se trouve étayée par le fait que cette hormone, comme la gestation, stimule le développement pondéral et la rétention azotée sans élévation notable des échanges respiratoires.

(*) Séance du 26 septembre 1960.

(1) Avec la collaboration technique de Y. Tranier.

(2) G. Bourdel et R. Jacquot, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 2249.

(3) J. Abraham, O. Champigny et R. Jacquot, *Ann. Nut. Alimen.*, 12, 1958, p. 210-213.

(Laboratoire de Biochimie de la Nutrition, C. N. R. S., Bellevue, Seine-et-Oise.)

ENDOCRINOLOGIE. — *Action de l'insuffisance thyroïdienne sur la survie du Rat surrénalectomisé.* Note (*) de MM. **Frédéric Stéphan**, **Henri Jahn** et **Philippe Reville**, présentée par M. Robert Courrier.

Chez le Rat l'insuffisance thyroïdienne aggrave les effets de la surrénalectomie. L'acétate de désoxycorticostérone et l'hydrocortisone, administrés à des doses qui assurent la survie du Rat euthyroïdien surrénalectomisé, ne peuvent empêcher la déshydratation et la mort du Rat hypothyroïdien surrénalectomisé.

Au cours de diverses recherches on a pu voir que l'insuffisance thyroïdienne entraîne chez le Rat une augmentation de l'excrétion urinaire de l'eau, du sodium et du potassium ([1]), ([2]), ([3]). Il nous semble que ce phénomène est indépendant de l'activité du cortex surrénalien car, après surrénalectomie, les pertes hydrosodiques du Rat hypothyroïdien sont toujours supérieures à celles du Rat euthyroïdien ([4]). De plus, nous avons pu voir que la mortalité par insuffisance surrénalienne est fortement aggravée par l'hypothyroïdisme ([4]).

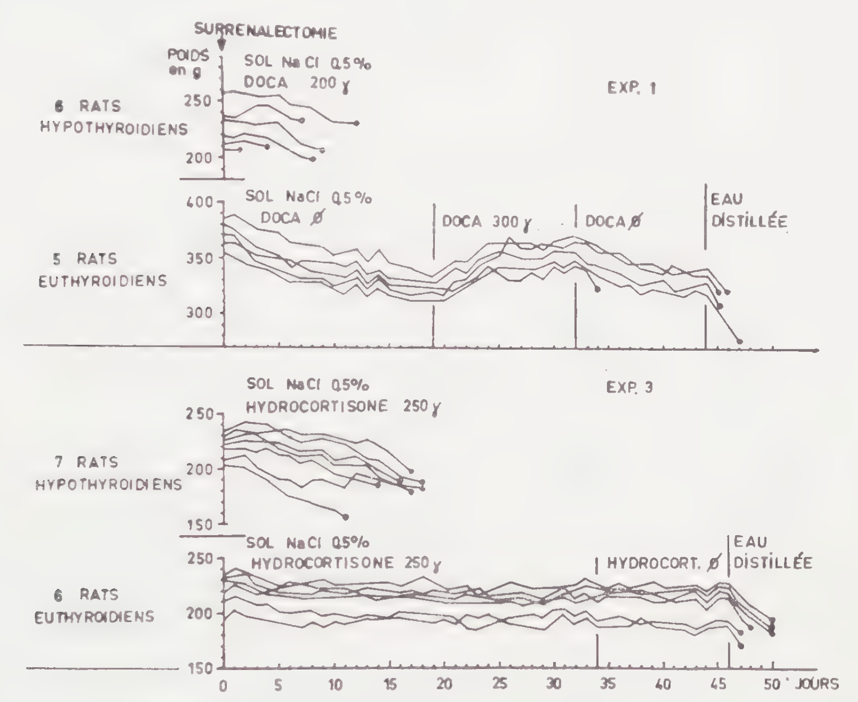
Ce fait a déjà été signalé par Massey ([5]); il semble aussi d'après Thompsou et Long ([6]) que le Chien thyroïdectomisé tolère mal l'ablation des surrénales. Par contre Wyman ([7]), Ganju et Lockett ([8]) constatent que la thyroïdectomie ne modifie pas la résistance à l'agression du Rat et de la Souris surrénalectomisés. Zwemer ([9]), Carr et Connor ([10]) pensent même que l'insuffisance thyroïdienne protège le Chat et le Rat contre les effets de l'insuffisance surrénalienne. Verzar ([11]) peut équilibrer le Chat hypothyroïdien surrénalectomisé avec moins d'acétate de désoxycorticostérone que les témoins euthyroïdiens. La contradiction entre ces données et nos propres expériences nous a amenés à reprendre l'étude comparative des effets d'hormones corticosurrénaliennes sur la courbe pondérale et la survie de rats hypothyroïdiens surrénalectomisés et de rats euthyroïdiens surrénalectomisés.

Dans une première expérience, nous avons observé six rats mâles de la souche Wistar pesant en moyenne 235 g traités par le propylthiouracile (10 mg pour 100 g d'aliments) depuis 282 jours. Ils ont été surrénalectomisés le même jour que cinq rats mâles euthyroïdiens, de même âge et pesant en moyenne 371 g. Tous ces animaux avaient libre accès à une solution de chlorure de sodium à 0,5 % et à une nourriture standard.

Les rats hypothyroïdiens ont reçu quotidiennement 80 μg d'acétate de désoxycorticostérone (DOCA) par 100 g de poids corporel dès le jour de l'opération, tandis que les rats témoins ne recevaient aucune injection hormonale. Malgré les injections de DOCA les rats hypothyroïdiens surrénalectomisés se sont deshydratés, ils sont morts en 2 à 12 jours, alors que les témoins euthyroïdiens ont survécu grâce au seul apport salin alimentaire; l'insuffisance surrénale ne s'est manifestée chez eux que par une

chute pondérale. La même dose de DOCA administrée à ces rats témoins à partir du 7e jour après le décès du dernier rat hypothyroïdien a été fort bien tolérée; nous notons une rapide normalisation de leur poids. L'arrêt de la DOCA entraîne la mort d'un rat témoin; les quatre autres meurent en 1 à 3 jours après remplacement de la boisson salée par de l'eau distillée : ces animaux étaient donc complètement surrénalectomisés.

Dans une deuxième expérience, nous avons injecté quotidiennement 1 mg de DOCA à des rats hypothyroïdiens surrénalectomisés, nous avons néanmoins perdu deux rats sur six pendant 33 jours d'observation. Notons que



Effet de la DOCA (exp. 1) et de l'hydrocortisone (exp. 3) sur le poids et la mortalité de rats euthyroïdiens surrénalectomisés et de rats hypothyroïdiens surrénalectomisés. (L'arrêt des courbes pondérales indique la mort de l'animal.)

Schaeffer et Thibault ([12]) ont pu assurer la survie de rats éthyroïdés-surrénalectomisés en administrant 2 mg de DOCA par jour. Il faut donc recourir à des doses considérables pour arriver à compenser l'insuffisance surrénale du Rat en état d'hypothyroïdisme chronique.

Dans une troisième expérience, nous avons éprouvé les effets de l'hydrocortisone. Nous avons administré 250 µg par jour et par rat à sept rats femelles pesant en moyenne 216 g, traités par le propylthiouracile depuis 177 jours, recevant la même nourriture et la même solution saline que dans les autres expériences. Tout comme la DOCA cette hormone n'a pas pu empêcher la deshydratation mortelle des rats hypothyroïdiens surrénalectomisés, alors que six rats euthyroïdiens, pesant en moyenne 221 g, surrénalectomisés le même jour, sont restés en parfait état avec ce même traitement.

Il apparaît donc que l'hypothyroïdisme aggrave les conséquences de l'insuffisance surrénale du Rat et diminue l'action de la DOCA et de l'hydrocortisone. Le désaccord entre nos conclusions et celles d'autres auteurs s'explique par des différences de conditions expérimentales. Les faits que nous rapportons montrent que l'insuffisance thyroïdienne entraîne chez le Rat un profond trouble de la réabsorption du sodium par le tube rénal. La gravité de l'insuffisance surrénale du Rat hypothyroïdien peut s'expliquer par la sommation des pertes hydrosodiques liées à l'insuffisance cortico surrénalienne et des pertes secondaires à l'insuffisance thyroïdienne, car la tendance à la fuite de l'eau et du sodium est une caractéristique essentielle du métabolisme hydrominéral du Rat hypothyroïdien.

(*) Séance du 26 septembre 1960.

(1) F. Stephan, H. Jahn et B. Metz, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 1227.
(2) F. Stephan, H. Jahn et B. Metz, *C. R. Soc. Biol.*, 153, 1959, p. [illegible].
(3) J. Roche, R. Michel et P. Jouan, *C. R. Soc. Biol.*, 153, 1959, p. 727.
(4) F. Stephan, H. Jahn et B. Metz, *C. R. Soc. Biol.*, 153, 1959, p. 463.
(5) C. D. Massey, *C. R. Soc. Biol.*, 97, 1927, p. 405.
(6) K. W. Thompson et C. N. H. Long, *Endocrinology*, 28, 1941, p. 715.
(7) L. C. Wyman, *Amer. J. Physiol.*, 87, 1928, p. 42.
(8) S. N. Ganju et M. F. Lockett, *J. Endocrinol.*, 16, 1958, p. 396.
(9) R. L. Zwemer, *Amer. J. Physiol.*, 79, 1927, p. 658.
(10) J. L. Carr et C. L. Connor, *Ann. Int. Med.*, 6, 1933, p. 1225.
(11) F. Verzar, *Schweiz. Med. Wschr.*, 73, 1943, p. 1163.
(12) G. Schaeffer et O. Thibault, *C. R. Soc. Biol.*, 140, 1946, p. 100.

(Chaire de Pathologie générale et expérimentale et Laboratoire de la Clinique médicale B de la Faculté de Médecine de Strasbourg.)

BIOLOGIE. — *Influence du rapport potassium/calcium* [K]/[Ca] *du milieu sur la distribution des sexes chez les têtards de* Discoglossus pictus (*OTTH*), *élevés en solution de Ringer*. Note (*) de M. **Joseph Stolkowski** et Mlle **Annie Bellec**, présentée par M. Robert Courrier.

La valeur du rapport obtenu en divisant le nombre de mâles par le nombre de femelles présents dans une population de têtards (rapport ♂/♀) est une fonction mathématique du rapport [K]/[Ca] (concentration en ions K^+, divisée par la concentration en ions Ca^{++}) du milieu d'élevage chez un Batracien anoure : *Discoglossus pictus* (OTTH).

On sait qu'il est possible d'obtenir une transformation du sexe chez divers Batraciens en les élevant à des températures inhabituelles [1], [2], [3], [9]. Or, sous l'influence des variations de température, la composition ionique des cellules varie, essentiellement la teneur en potassium et en calcium. En ce qui concerne le potassium, il semble même que ces variations soient liées à celles de l'état de polymérisation des acides ribonucléiques de la cellule [4], [5].

TABLEAU

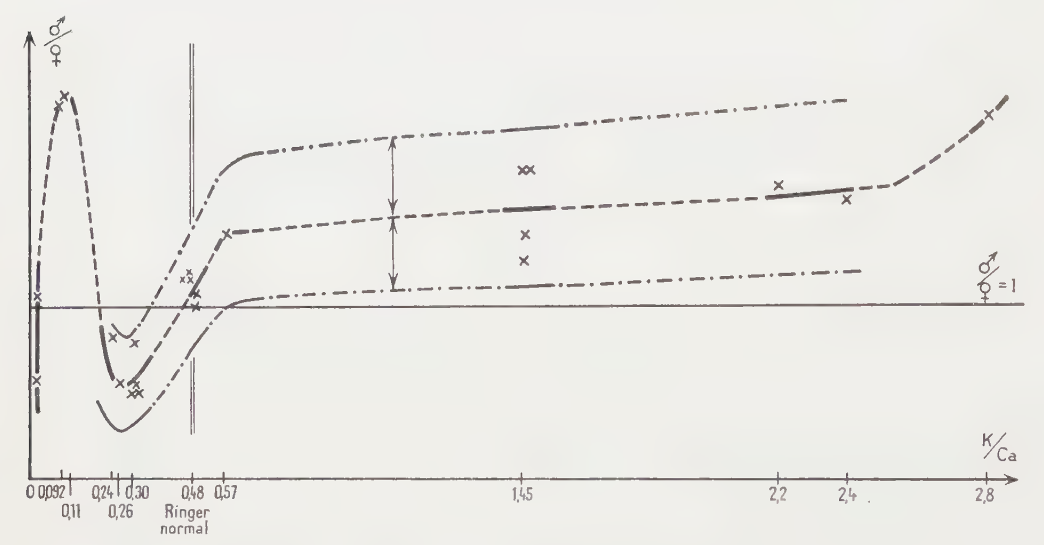
Rapports K/Ca *et* ♂/♀ *obtenus chez des têtards de* Discoclossus pictus, *élevés dans des solutions de Ringer, modifiées ou non.*

Composition des milieux d'élevage.	$\frac{K}{Ca}$.	Nombre d'animaux ♂.	Nombre d'animaux ♀.	$\frac{♂}{♀}$.
Hyper Ca × 4 sans K	0	30	53	0,56
Norm. sans K	0	54	51	1,04
Hyper. Ca × 6, 1/2 K	0,092	44	20	2,20
Hyper. Ca × 5, 1/2 K	0,11	40	18	2,22
Norm. 1/2 K	0,24	47	56	0,83
Hyper. Ca × 4	0,26	86	170	0,51
Hyper. Ca × 3	0,30	17	33	0,51
		8	16	0,50
		48	60	0,80
		11	22	0,50
Normal	0,48	49	42	1,16
		54	46	1,17
		17	17	1
		108	103	1,04
		26	22	1,18
Norm. 1/2 Ca	0,57	49	35	1,4
Hyper. K × 3	1,45	105	82	1,28
		20	11	1,80
		33	17	1,80
		37	26	1,42
Hyper. K × 4, 1/2 Ca	2,2	20	12	1,70
Hyper. K × 5	2,4	47	29	1,62
Hyper. K × 5, 1/2 Ca	2,8	68	32	2,12

Ces faits nous ont conduits à rechercher s'il existait une influence des variations de la composition ionique du milieu sur la formation du sexe.

Conditions expérimentales. — Les têtards utilisés proviennent de pontes naturelles et de pontes provoquées par injection aux animaux de 5 à 10 unités d'hormone gonadotrope chorionique « Roussel ». Chaque ponte est divisée en lots d'importance variable qui sont placés en solution de Ringer 48 h après la fécondation. La température est celle du laboratoire et varie de 15 à 23° suivant les saisons (6).

Le milieu de base est représenté par la solution de Ringer; on y fait varier le rapport K/Ca en réalisant des solutions hypercalciques ou hyperpotassiques dans lesquelles la concentration en $CaCl_2$ ou en KCl est de



1 cm abscisse = 0,1 unité K/Ca; 0,5 cm ordonnée = 0,1 unité ♂/♀;
-·-·-·- = courbes de dispersion.

3 à 6 fois supérieure à la normale, toutes les autres caractéristiques des solutions restant égales. Le sexe est reconnu à la dissection quelques jours après la métamorphose. Des contrôles histologiques ont été faits.

Résultats. — Les Discoglosses élevés en eau douce donnent régulièrement 50 % de mâles et 50 % de femelles. Dans le milieu de Ringer normal ces proportions sont à peu près respectées, avec cependant une légère tendance masculinisante.

Les premiers essais nous avaient montré que les solutions hypercalciques 3 fois déterminent l'apparition d'un plus grand nombre de ♀, alors que l'enrichissement du milieu en potassium entraîne l'apparition d'un plus grand nombre de mâles (7), (8).

Mais en multipliant les essais sur une ponte, naturelle, de près de deux mille œufs (ponte n° VI), nous devions constater que les faits sont plus complexes qu'il n'y paraît au premier abord : d'une part le pourcentage de ♂ croit régulièrement lorsque la concentration en potassium augmente

dans le milieu; d'autre part les solutions hypercalciques sont féminisantes dans certains cas ([Ca] × 3 et 4), masculinisantes dans d'autres cas ([Ca] × 5 et 6), ce qui est difficile à interpréter.

Si, au lieu de comparer les rapports ♂/♀ au coefficient d'hypercalcicité, on les compare aux rapports K/Ca du milieu, en groupant les résultats dans un tableau et dans un graphique, on met en évidence l'existence d'une relation continue entre les deux rapports.

Ce n'est pas là une propriété particulière aux différents lots de cette ponte importante : nous avons calculé, en effet, les valeurs des rapports ♂/♀ obtenus avec les autres pontes, naturelles ou provoquées et sans tenir compte de la température moyenne des élevages. Ces valeurs ont trouvé place, sans difficulté, à l'endroit prévu d'après la valeur du rapport K/Ca des milieux d'élevage, dans le tableau ou dans la courbe dont l'esquisse avait été tracée por les résultats de la ponte n° VI.

Le tableau et la figure rassemblent les résultats des essais que nous avons effectués de novembre 1958 à juin 1960.

La répartition des sexes chez le Discoglosse paraît donc déterminée par la valeur du rapport K/Ca du milieu d'élevage.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) H. D. King, *J. Exp. Zool.*, 12, 1912.

(2) S. Kuschakewitsch, *Fetsch. Sechs. Geburt. R. Hertwigs*, Iena, 11, 1910.

(3) J. Piquet, *Rev. Suisse Zool.*, 37, 1930, p. 173-281.

(4) J. Stolkowski et A. Reinberg, *Comptes rendus*, 246, 1958, p. 2420.

(5) J. Stolkowski, A. Reinberg et F. Blanc-Dingeon, *J. Physiol.*, 52, 1960, p. 228-229.

(6) Les conditions d'élevage ont été décrites avec précision dans une Note antérieure : J. Stolkowski et A. Bellec, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 3349.

(7) J. Stolkowski et A. Bellec, *J. Physiol.*, 52, 1960, p. 227.

(8) Cette action du potassium avait déjà été signalée chez des Invertébrés : *Ophryotrocha puerilis* (Hartman M. et coll., 1936-1938); *Dinophilus apatris* (Tzonis K., 1938); *Bonellia viridis* (Herbst, 1932, 1935-1936-1937).

(9) E. Witschi, *J. Exp. Zool. Paris*, 52, 1929, p. 267-280.

BIOLOGIE. — *Nouvelle expérience permettant de disposer du sexe chez quelques* Ichneumonidæ Pimplinæ [1]. Note (*) de M. **Jacques-F. Aubert**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

En cherchant à mieux comprendre le mécanisme suivant lequel le volume d'un hôte naturel ou d'un hôte-piège intervient dans la détermination du sexe chez les Ichneumonides Pimplines, et en cherchant à connaître l'influence éventuelle du cocon, il m'a été possible de mettre au point une technique qui permet, d'une part de disposer à 90 % du sexe des Ichneumonides étudiées, d'autre part d'éclaircir considérablement le phénomène de la détermination du sexe chez ces Insectes.

En effet, j'ai offert à des femelles d'*Itoplectis europeator* Aub. et de *Pimpla contemplator* Müll., de petites chrysalides d'*Ephestia kühniella* Z. de 7-8 mm alternant avec des chrysalides plus grandes atteignant au moins 9 mm de longueur; les chrysalides les plus petites étaient chaque fois disposées au centre d'une grosse boule de coton enveloppée elle-même d'un papier de soie. Inversement, les chrysalides les plus grandes étaient présentées aux parasites enveloppées simplement d'un papier de soie très serré. En d'autres termes, les petites chrysalides étaient entourées d'un volumineux cocon-piège, tandis que les plus grandes étaient présentées aux parasites dans le plus petit appareil possible.

Lors de précédentes tentatives (Aubert, 1959), l'expérience de la boule de coton n'avait donné aucun résultat parce que je plaçais les chrysalides *à la surface* du coton, où elles ne pouvaient être découvertes par le parasite. Ce dernier cherchait toujours à atteindre le centre du faux-cocon et ne parvenait que rarement à toucher par hasard la chrysalide placée en surface, dont il ne pouvait pas déterminer la position.

La nouvelle expérience, par contre, effectuée en plaçant la chrysalide au centre de la boule de coton, a donné des résultats sans précédent, plus démonstratifs que tous ceux obtenus jusqu'ici, même en groupant les hôtes par paquets de 6 (Aubert, 1954, 1959); en effet, les chrysalides les plus grandes, enveloppées simplement d'un papier serré, donnèrent des Ichneumonides mâles, tandis que les chrysalides les plus petites produisirent des Ichneumonides femelles parce qu'elles avaient été entourées d'un volumineux cocon-piège, ceci dans la proportion de 90 %.

Une femelle d'*Itoplectis europeator* Aub. capturée à La Turbie (Alpes-Maritimes) en août 1960, par exemple, pondit alternativement, plus de 50 fois de suite, sans une seule erreur, des œufs fécondés femelles dans les faux-cocons de coton, et des œufs mâles dans les chrysalides dépourvues d'un semblable artifice.

Les descendants femelles sortirent en définitive des chrysalides les plus petites, et les mâles des chrysalides les plus grandes, contrairement au cas normal :

Conclusions. — Les résultats de cette expérience très simple sont nombreux et importants :

1. Nous voyons que la répartition des sexes chez les Pimplines est déterminée essentiellement par un facteur direct, le volume de l'hôte. Il ne s'agit donc pas d'un phénomène indirect comme on pouvait le supposer à la lumière des résultats obtenus jusqu'ici.

2. Le parasite estime le volume global de son hôte, cocon inclus, lorsque l'intérieur est « plein ».

3. Le rôle du cocon est évident.

4. La quantité d'odeur émise par l'hôte n'est pas le facteur déterminant.

5. La dernière expérience effectuée confirme en les complétant, toutes celles qui ont été publiées en 1959; elle confirme entre autres que le parasite est incapable de délimiter un hôte entouré de coton, et incapable également d'en apprécier la taille ou le volume indépendamment de l'ensemble.

6. Il est actuellement possible de disposer du sexe de ces parasites au point de pouvoir renverser artificiellement la répartition normale des sexes, et d'obtenir régulièrement des femelles à partir de petites chrysalides, et des mâles à partir de chrysalides *plus* grandes !

7. La dernière expérience effectuée permet de tromper le parasite et de disposer du sexe de sa descendance dans des proportions jamais encore atteintes.

8. Les résultats obtenus sont suffisamment concluants pour être analysés sans recours à la statistique.

9. Peut-être la simple présence de coton autour de l'hôte a-t-elle permis d'obtenir de meilleurs résultats que le groupement de plusieurs hôtes dans un même papier, du fait que les espaces vides sont supprimés à l'intérieur du cocon-piège rempli de coton.

10. Enfin, cette expérience très simple, réalisée avec un matériel plus restreint et plus économique que les précédentes (le groupement des hôtes par paquets de 6 nécessitait de nombreuses chrysalides), ouvre de nouvelles et multiples possibilités de recherche.

(*) Séance du 1er octobre 1960.

(1) (Hyménoptères, n° 27, *voir* n° 26) *Bull. Soc. ent. Fr.*, 1960; (Macrolépidoptères, n° 18), *Z. Wien. ent. Ges.*, 44, 1960, p. 177-209.

(Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés
Faculté des Sciences, Paris.)

BIOLOGIE. — *Sur la biologie d'un Opilion endogé,* Siro rubens *Latr.* (*Cyphophthalmes*). Note (*) de M. **Christian Juberthie**, transmise par M. Albert Vandel.

Siro rubens Latr., Opilion endogé, vit environ 9 ans, dont 5 à l'état adulte. Son développement se divise en quatre périodes : embryonnaire, larvaire, nymphale et imaginale. La période larvaire est représentée par une larve libre. Les nymphes creusent des logettes de mue et s'y enferment plusieurs mois.

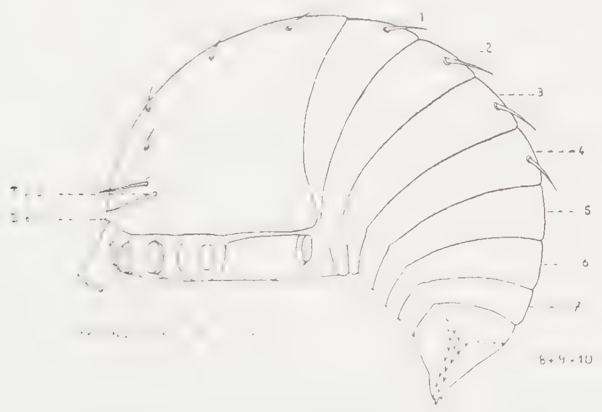
Le développement de plusieurs espèces d'Opilions Palpatores (*Trogulidæ, Nemastomatidæ, Phalangiidæ*) est maintenant connu. Par contre, nous ne possédons aucune donnée sur le développement et les cycles vitaux des Opilions Cyphophthalmes et Laniatores.

Les Cyphophthalmes, qui font l'objet de cette étude, sont considérés comme les Opilions les plus primitifs, tant du point de vue morphologique que chromosomique (1). Certains sont endogés, d'autres cavernicoles et, à l'exception des espèces du genre *Stylocellus* West., tous sont dépourvus d'yeux. Nous avons choisi comme type et élevé *Siro rubens* Latr., espèce endogée et aveugle, commune en France (2). Les élevages ont été réalisés dans une enceinte ne subissant pas de variations journalières de température mais une variation annuelle allant de 10° en hiver à 17° en été.

La longévité de cette espèce est voisine de 9 ans. La femelle pond chaque année du printemps à l'automne un petit nombre d'œufs (3 à 5 dans nos élevages). Les œufs, isolés les uns des autres, sont toujours déposés dans une anfractuosité du substrat. Ils sont sphériques, de petite taille (0,55 à 0,60 mm de diamètre), enrobés dans une mince couche de mucus; le chorion et la membrane vitelline sont lisses et transparents. La durée du développement embryonnaire est courte, par contre, celle du développement post-embryonnaire est très longue : elle est voisine de 4 ans et la durée de chaque intermue nymphale oscille autour d'une année. La durée de la vie adulte, déterminée indirectement, est de 5 ans environ.

Le développement comprend quatre périodes : embryonnaire, larvaire, nymphale et imaginale. La période larvaire, comparée à celle des autres Opilions déjà étudiés, est bien individualisée. Elle s'étend de l'éclosion à la première mue et dure de 4 à 7 jours à 17°. Elle est représentée par une larve libre qui ne mange pas et qui possède des cœcums encore remplis de vitellus. Dans les heures qui suivent l'éclosion cette larve n'est revêtue que de son propre tégument et la formation de la nouvelle cuticule n'est pas commencée. Ses principaux caractères morphologiques sont les suivants (*fig.*) : deux dents d'éclosion frontales; ébauche des deux poils sensitifs frontaux; yeux absents; tubercules des glandes odoriférantes petits, au même emplacement que chez l'adulte, portant deux poils longs; prosoma non segmenté et à chétotaxie réduite indiquant l'emplacement

des trois derniers tergites (un rang de quatre poils au niveau des tubercules et deux de deux poils chacun plus en arrière); tergites 1 à 7 de l'opisthosoma bien individualisés, les quatre premiers portant chacun deux poils; tergites 8, 9, 10 non individualisés et formant avec les sternites 8 et 9 une masse indivise; anus non formé; sternites 4 à 7 passant sans solution de continuité aux tergites 4 à 7; sternites 2 et 3 individualisés médianement; premier article des chélicères incliné vers le sol; pédipalpe avec une ébauche de griffe et ayant le tarse plus de deux fois plus long que le tibia; griffe des pattes bien formée; processus sensitif des tarses I et II sous forme d'ébauche; solénidions absents; pilosité des pattes réduite; corps à forte convexité dorsale; téguments transparents et lisses sauf celui de la région postérieure indivise qui est plus chitinisé et orné de denticulations. Cette larve se réfugie dans un interstice et mue.



Larve, vue de profil. Chel., Chélicères; Ped., Pédipalpe; P., Patte; D. ecl., Dent d'éclosion; T. g. o., Tubercule de la glande odoriférante.

A chaque stade de la période nymphale, les nymphes présentent un comportement particulier en relation avec le phénomène de la mue. En effet, tandis que pendant les deux premiers tiers de l'intermue, elles vivent avec les adultes dans les interstices du substrat, à faible profondeur, au début du dernier tiers elles utilisent une fissure pour se creuser une cavité qu'elles obturent avec les débris du creusement. Chaque nymphe réalise ainsi une logette dans laquelle elle demeure 4 à 5 mois tout en gardant une mobilité relative. Elle y mue finalement et la nouvelle nymphe (ou le jeune adulte) y abandonne une exuvie intacte à la reprise de la vie libre.

La période imaginale ne semble renfermer qu'un stade; en effet, nous n'avons jamais observé de mue d'adulte.

Conclusions. — Parmi les Opilions étudiés, *Siro rubens* est celui qui vit le plus longtemps; ceci semble plus la conséquence de sa position phylétique que de son mode de vie endogé. Les Opilions présentent donc le même phénomène que les Araignées : les espèces à caractères morpho-

logiques primitifs ont une durée de vie beaucoup plus longue que celles ayant des caractères morphologiques plus évolués.

Siro rubens est le seul Opilion étudié à présenter une larve libre; ceci est dû au fait que l'éclosion se situe à un stade plus précoce du développement. Nous retrouvons chez les Opilions un phénomène identique à celui mis en évidence et étudié chez les Araignées par A. Holm (3) et M. Vachon (4) : l'éclosion ne se situe pas au même moment du développement chez les différentes espèces.

L'absence d'yeux chez les adultes de la plupart des Cyphophthalmes est un phénomène secondairement acquis. L'absence d'yeux chez la larve de *Siro rubens* montre que la réduction de l'appareil visuel est très précoce et résulte d'un processus embryonnaire.

La présence d'une logette de mue chez les nymphes de *Siro rubens* est un phénomène nouveau chez les Opilions et semble lié au mode de vie de cet animal. Notons que cette logette est simple et ne résulte que du creusement d'une cavité et de l'obturation de son ouverture par les débris du creusement. En l'absence d'élevage des espèces cavernicoles du même genre on ne peut affirmer qu'elles se comportent de la même manière bien que cela soit probable. La présence d'une logette de mue chez un animal endogé a déjà été confirmée chez un Isopode par A. Vandel et constitue un phénomène bien connu chez de nombreux cavernicoles : Isopodes (5) et Coléoptères (6).

(*) Séance du 1er octobre 1960.
(1) C. Juberthie, *Comptes rendus*, 242, 1956, p. 2860.
(2) C. Juberthie, *Bull. Soc. zool. Fr.*, 82, 1957, p. 331-336.
(3) A. Holm, *Zool. Bidr. Uppsala*, 19, 1940, p. 1-214, 11 planches.
(4) M. Vachon, *Bull. Soc. zool. Fr.*, 82, 1957, p. 337-356.
(5) A. Vandel, *Comptes rendus*, 247, 1958, p. 1538.
(6) S. Deleurance, *Ann. Spéléo.*, 14, 1959, p. 101-110.

(*Laboratoire souterrain du C. N. R. S., Moulis, Ariège.*)

BIOMÉTRIE. — *Définition concrète d'un* « rythme interne » *de variation et de différenciation au sein d'un ensemble évolutif. Application à quelques cas relatifs à des Crustacés Isopodes.* Note (*) de M. **Jean Matsakis**, transmise par M. Albert Vandel.

Dans un ensemble évolutif donné, un rythme commun peut être défini pour un certain nombre de processus différenciateurs évoluant concomitamment. Ainsi : *a*. un ensemble de variations *synchrones* (morphologiques, morphogénétiques, etc.), permet de définir pour chaque terme un degré relatif fixant des positions réciproques au sein d'un groupe; *b*. la confrontation des rythmes permet de sonder les compatibilités entre groupes.

Dans le cadre de recherches portant sur le développement post-embryonnaire et sur l'évolution de la forme chez certains Isopodes, les trois points suivants ont été abordés :

1° Définition du sens et reconnaissance d'un rythme dans l'évolution des dimensions corporelles et des constantes les plus courantes de la croissance linéaire au sein des ensembles évolutifs donnés;

2° Analyse du sens et de la signification de certaines fluctuations secondaires, — partielles et individuelles —, au cours de la croissance;

3° Reconnaissance de certaines lois élémentaires se retrouvant dans maints processus différenciateurs aussi bien ontogéniques que phylogéniques.

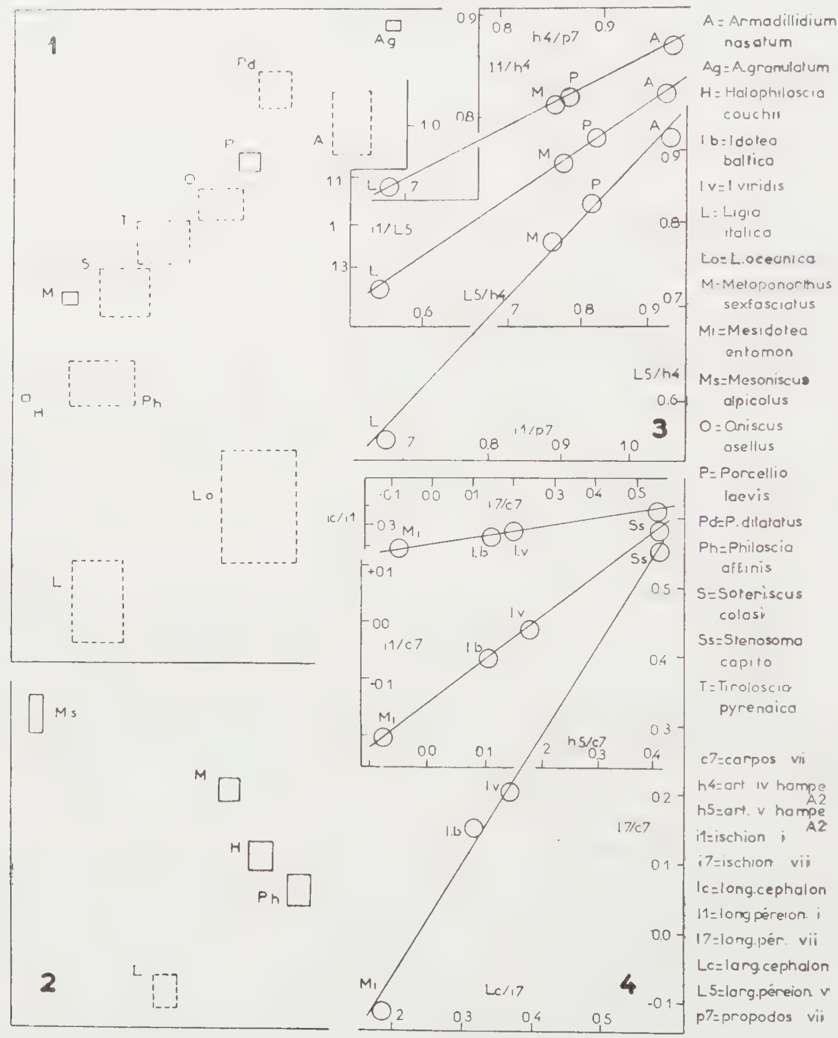
Nous donnons ici l'essentiel des enseignements relatifs au premier point.

Des comparaisons d'ensembles de données numériques portant sur des groupes et séries naturels, principalement sur ceux reconnus par Vandel au sein des Oniscoïdes, ont conduit à des enseignements dont la signification générale transparaît à travers les diverses méthodes essayées. C'est cette signification générale que nous avons cherché à dégager dans cette Note en adoptant des représentations graphiques condensées, mais aussi simples que possible.

Ces comparaisons, techniquement simples, ont porté sur des ensembles de données numériques élémentaires, à savoir sur les dimensions linéaires et la forme générale du corps des individus de situation homologue ou sur les taux d'accroissement relatif, les coefficients d'allométrie, les profils de croissance, etc.; elles ont conduit aux enseignements suivants :

Il est aisé de reconnaître, dans des conditions pratiques définies, et suivant l'échelle de comparaisons choisie, les degrés relatifs d'affinités naturelles et de « voisinage » entre formes zoologiques représentant des espèces ou des genres, des familles ou des sous-ordres [*fig.* (1) et (2)]. Ce degré relatif d'affinité ou de dissemblance qui peut être directement défini avec une approximation satisfaisante par des procédés de comparaison globale, variés et plus ou moins perfectionnés [1], ne représente pas une moyenne artificielle. Il s'est avéré en effet que des variations affectant de multiples caractères obéissent à un rythme commun variant peu et

progressivement dans une série de termes successifs, d'un intervalle phylogénique au suivant. Autrement dit, des rapports pratiquement constants entre taux de variation de multiples processus confrontés deux à deux peuvent apparaître et, dès qu'on considère un nombre suffisant de caractères homologues et leurs variations dans un nombre suffisant de termes (par exemple à partir d'une dizaine de données et de quatre ou cinq espèces différentes et à peu près équivalentes), il se manifeste des sériations signifi-



(1) et (2). Positions relatives d'une série d'Oniscoïdes définies sur la base des rapports arithmétiques entre 12 dimensions corporelles (individus isolés, ♂♂). Les rectangles contiennent *moyenne* et *classe modale* des distances relatives définies par chacun des processus différenciateurs considérés. En trait plein : types-référence ; en trait discontinu : termes éprouvés ; tests négatifs et positions inconsistantes pour : *Tylos latreillei*, *Helleria brevicornis*, *Armadillo officinalis* et *Cubaris murina*. On voit qu'en (1) il s'agit essentiellement d'une *série*, tandis qu'en (2) on a des branches plus ou moins divergentes et des termes à peu près équidistants de L. (3) et (4), exemples de synchronismes entre processus différenciateurs considérés deux à deux. En (3) il s'agit des coefficients α d'allométrie (croissance postlarvaire, indifférenciés et ♂♂) ; en (4) logarithmes des rapports simples entre dimensions linéaires (individus isolés, ♂♂).

catives et des synchronismes très serrés, en sorte que des positions devenant vite statistiquement significatives ainsi que des degrés relatifs bien définis et distincts peuvent être établis. Des exemples concrets montrent que des synchronismes multiples et un rythme particulièrement constant se manifestent aussi bien dans des séries dont les termes extrêmes peuvent être parfois séparés par une longue et importante évolution [*fig.*, (1) et (3)] que dans des types zoologiques de niveau voisin et appartenant à des branches ayant amorcé des évolutions divergentes [*fig.*, (2)]. On relève généralement deux ou trois ensembles de processus différenciateurs coordonnés dont un prédominant dans le cas de séries phylétiques.

Le rythme interne de variation ainsi défini nous paraît représenter une notion importante du point de vue évolutif, — notion à vrai dire ayant été déjà largement mais plus ou moins implicitement admise —, en ce sens que sa relative constance et ses modifications lentes et progressives en toutes circonstances au cours de l'évolution constituent une caractéristique fondamentale d'un ensemble zoologique donné, caractéristique ayant l'intérêt d'être facilement accessible à nos comparaisons (dès que le matériel étudié présente des dispositions susceptibles d'être mesurées), et qui permet par elle seule de dresser des classements corrects et de reconnaître aisément les affinités ou les dissemblances naturelles. Ce rythme peut être tenu comme une expression des plus simples de la régulation instituée sur le plan phylogénique.

Nous dirons en conclusion que :

A. Il est évident que l'existence d'un rythme ne s'oppose nullement à une intensité éventuellement importante de variation suivant certaines directions, ni à une plasticité globale. Le rythme rend compte des variations ayant lieu concomitamment et suivant des sens définis dans des organes situés dans toutes les régions du corps; son existence exprime en somme une *tendance constante* à des différenciations orthogénétiques suivant des processus plus ou moins durables et pouvant se relayer en quelque sorte insensiblement les uns les autres.

B. On est ainsi enclin à évoquer des courants modelant l'ensemble du corps, quelles que soient les adaptations et directions d'évolution particulières, et présentant des résultantes isodynames se déplaçant lentement et de façon cohérente, conclusion qui s'oppose à l'idée d'une évolution résultant de variations quelconques se produisant au hasard.

C. Il n'y a aucune raison de penser que de tels rythmes ne puissent être reconnus dans d'autres aspects de variation multiple pouvant faire l'objet de comparaisons quantitatives.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) Un procédé très simple, direct et d'une efficacité satisfaisante a été donné dans une Note de VANDEL et MATSAKIS, *Comptes rendus*, 248, 1959, p. 336.

(*Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, Toulouse.*)

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude immunochimique des liquides extravasculaires.* Note (*) de MM. **Michel Gleye** et **Georges Sandor**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Alors que le liquide synovial normal du Cheval ne contient pas de composant antigénique étranger au sérum sanguin, les liquides d'ascite cirrhotique contiennent un composant antigénique absent du sérum.

Bien que de nombreuses études immunologiques concernent les liquides extravasculaires, dans la plupart des cas on n'utilise que le sérum antisérum homologue. Or, on ne peut mettre en évidence, avec celui-ci, que



Fig. 1. — Analyse immunochimique du liquide synovial normal de Cheval. Méthode d'Ouchterlony.

Godet de haut : Sérum antiliquide synovial saturé de sérum.
» gauche : Liquide synovial.
» bas : Sérum antisérum saturé de liquide synovial.
» droite : Sérum.

les composants antigéniques du sérum. Aussi avons-nous entrepris cette étude en utilisant parallèlement et les sérums antisérums et les sérums antiliquides extravasculaires.

Dans ce travail nous comparons le liquide synovial de Cheval et le liquide d'ascite cirrhotique aux sérums correspondants. Le liquide d'ascite provient de plusieurs malades présentant une cirrhose éthylique. Nos antigènes ainsi que nos immunsérums sont lyophylisés après une dialyse

rapide contre l'eau distillée. Le schéma suivant de préparation de nos immunsérums nous a toujours donné de très bons résultats : des lapins mâles reçoivent par voie veineuse pendant quatre semaines une fois par semaine une dose élevée d'antigène; après un mois de repos on pratique une injection de rappel, puis on les saigne à blanc huit jours après. L'analyse immunochimique est faite par la technique d'Ouchterlony.

La figure 1 nous montre que le sérum de Cheval sature complètement le sérum antiliquide synovial. Les antigènes du liquide synovial se retrouvent donc dans le sérum sanguin. Sur le même cliché, nous relevons



Fig. 2. — Analyse immunochimique du liquide d'ascite cirrhotique de l'Homme. Méthode d'Ouchterlony.

Godet de haut : Sérum antiascite saturé de sérum.
» gauche : Liquide d'ascite.
» bas : Sérum antisérum saturé de liquide d'ascite.
» droite : Sérum normal de l'Homme.

les résultats apparemment contradictoires fournis par l'épreuve complémentaire de saturation du sérum antisérum par le liquide synovial. Un trait de précipitation persiste à l'égard du sérum et l'on aurait pu interpréter ce fait en admettant qu'un composant antigénique du sérum est absent de la synovie. Cependant, on retrouve le même trait de précipitation avec cette dernière. Or, comme nous l'avons montré ailleurs (1), ce fait prouve précisément que le composant antigénique en question est présent à l'état de traces dans le liquide synovial. Celui-ci contient donc de son côté tous les composants antigéniques du sérum.

Il en est tout autrement pour le liquide d'ascite. Alors que celui-ci sature complètement le sérum antisérum (*fig.* 2), le sérum ne sature pas

complètement le sérum antiliquide d'ascite. Donc, il existe dans le liquide d'ascite en plus de tous les antigènes présents dans le sérum sanguin un antigène particulier. Nous avons retrouvé ce dernier dans tous les liquides d'ascite cirrhotique étudiés. Il est, par contre, absent du sérum des cirrhotiques qui ne contiennent pas non plus d'anticorps correspondants (*fig.* 3).

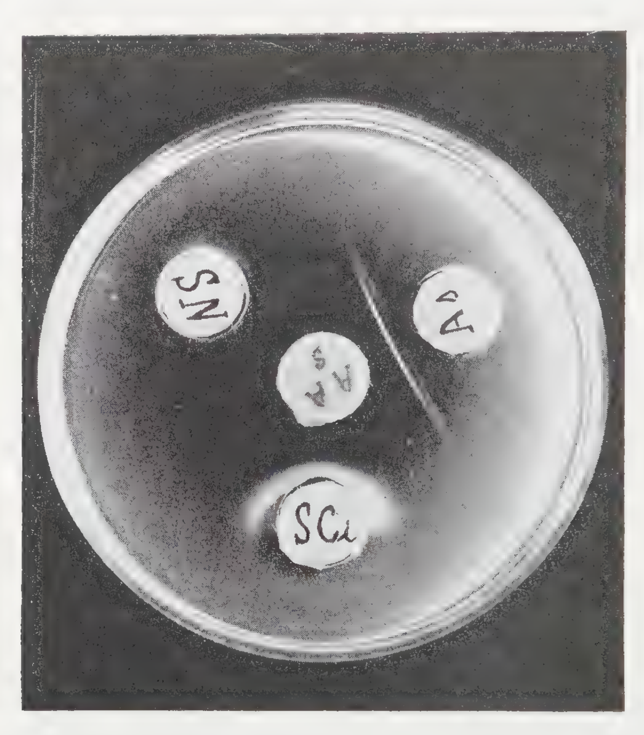


Fig. 3. — Analyse immunochimique du sérum d'un malade atteint de cirrhose alcoolique. Méthode d'Ouchterlony.

Godet du milieu : Sérum antiliquide d'ascite saturé de sérum normal.
Godet de gauche : Sérum humain normal.
» droite : Sérum du malade.
» bas : Liquide d'ascite.

L'identité des motifs antigéniques du sérum de Cheval et du liquide synovial normal de Cheval ne fait que traduire les échanges continuels des protéides entre le milieu vasculaire et extravasculaire; phénomène bien mis en évidence ces dernières années au moyen des techniques de marquage par les isotopes. L'ascite cirrhotique contient par contre un antigène absent du sérum et ce fait suggère l'existence d'un mécanisme remarquablement sélectif qui permet d'éliminer de façon totale l'antigène en question lors du passage des autres composants antigéniques du liquide d'ascite dans le courant circulatoire. De plus l'existence de cet antigène n'est pas en faveur d'une origine purement mécanique du liquide d'ascite, hypothèse communément adoptée.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) G. Sandor et M. Gleye, *C. R. Soc. Biol.* (sous presse).

PARASITOLOGIE. — *Distomatose cérébrale chez* Diplodus annularis *L.* Note (*) de MM. **Jacques Rebecq** et **Claude Leray**, présentée par M. Louis Fage.

On sait que bon nombre de Poissons marins et d'eau douce constituent des hôtes intermédiaires pour des Trématodes parasites qui, présents à l'état larvaire, évoluent en adultes après ingestion par les prédateurs. Ces formes infestantes sont, pour la plupart des Familles, des kystes métacercariens assez généralement localisés dans les muscles ou moins fréquemment dans les nageoires ou dans le foie. Chez les *Strigeida* Poche la succession larvaire est très sensiblement différente du type classique avec intercalation de stades particuliers antérieurs à la forme infestante (« mésocercaire », par exemple, chez certains Holostomes) ou présence de formes adultes mais immatures chez un hôte dit d'attente (*Codonocephalus*); quant aux formes infestantes elles se présentent elles-mêmes sous des morphologies très particulières (*Tetracotyle*, *Diplostomulum*) hébergées selon les espèces par des Vertébrés ou des Invertébrés et localisées en des points très variables et souvent surprenants : muscles, peau, organes génitaux, système nerveux. A quelques exceptions près les larves strigéides du groupe « *Diplostomulum* » redéfini par R. C. Chester (1929) affectent une prédilection pour des localisations dans les centres nerveux des Vertébrés (cerveau, tissus choroïdiens, yeux). Ces distomatoses nerveuses n'ont jusqu'à présent été signalées que chez des Batraciens et des Poissons d'eau douce dont la liste, importante, ne peut trouver place ici; de plus, G. Rees (1958) dénombre les espèces dont le cycle évolutif complet, comportant le stade *Diplostomulum*, sont connues.

Au cours d'une étude histologique du cerveau de *Diplodus annularis* L. l'attention de M. A. Stahl (Faculté de Médecine, Marseille) fut attirée par la présence de formations étrangères au système nerveux enfermées dans une membrane épithéliale, formations dont il nous a confié l'examen. La présence sur les coupes histologiques de sections à allure de ventouse musculeuse nous a amenés, après essai de reconstitution stéréographique, à conclure à un parasitisme dû à un Trématode du grand groupe des Strigéidés. Cette première conclusion vient d'être confirmée par la découverte à la dissection de kystes libérés par l'ouverture des lobes optiques de trois *D. annularis* sur cinq examinés, récoltés d'une part dans le port de Bonifacio (Corse) (août 1960) et, plus récemment, dans le Golfe de Marseille (septembre 1960). Il convient donc de considérer qu'il s'agit d'une distomatose, fréquente et répandue en Méditerranée et qui, selon l'avis autorisé de G. Dubois (*in litt.*) constitue le seul cas connu chez un Poisson téléostéen marin.

Nous donnons ci-dessous une description très résumée du parasite : kyste libre globuleux de couleur grise de 1 à 1,2 mm de diamètre à paroi mince; ouverture à l'aiguille facile laissant échapper un liquide riche en granulations régulières très semblables à celles comprises dans le système excréteur de la larve qui est affectée de mouvements lents et réguliers. Le parasite, globuleux, de 0,8 mm de diamètre environ, montre à l'extrémité antérieure un cône buccal dont les bords plus ou moins lobés indiquent l'état de la contraction; un renflement postérieur nettement marqué; le corps, qui présente donc deux parties distinctes, l'antérieure étant au moins quatre fois plus longue que la postérieure, observé sous lamelle, en compression modérée, mesure, sur un individu, 1,5 mm de long sur 0,9 mm; la ventouse buccale devient très terminale sous l'effet de la compression (0,1 mm); prépharynx absent; pharynx ovale de 0,8 mm de long; œsophage très court; cæcums rectilignes atteignant approximativement le niveau postérieur de l'organe tribocytique; deux ventouses accessoires latérales de 0,08 mm environ, un peu postérieures par rapport au pharynx; ventouse ventrale plus grande que l'orale (0,2 mm) et située au milieu du corps; organe tribocytique très complexe et fortement contourné dans l'espace avec quatre lobes principaux compris entre la vessie et la ventouse ventrale; système excréteur difficile à observer en détail et comprenant une vessie en forme de V et de nombreuses granulations réparties dans tout le corps.

L'ensemble des caractères morphologiques de cette larve (corps en deux parties, ventouses accessoires latérales) nous permet de la rattacher au groupe *Diplostomulum* Brandes 1892 *emend.* Hughes 1929. L'exception que constitue la présence d'une larve de ce groupe dans le cerveau d'un Poisson marin d'une part et le rapport ventousaire et la lobation de l'organe tribocytique caractéristiques de cette larve d'autre part, nous conduisent à la considérer comme représentant une espèce nouvelle pour laquelle nous proposons le nom de *Diplostomulum stahli.*

Nos recherches en cours, tant sur du matériel vivant que sur des individus fixés, tendent : 1° à compléter ces premières observations sur la morphologie du parasite (en particulier : système excréteur, cavité ventrale, organe tribocytique); 2° à préciser les différentes structures histologiques et les principaux caractères histochimiques; 3° à établir les relations hôte-parasite; 4° à obtenir la forme adulte par développement expérimental; 5° à élucider le cycle biologique de cette espèce.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

VIROLOGIE. — *Utilisation des méthodes de séparation des organites cellulaires pour la purification du virus σ de la Drosophile.* Note (*) de Mme **Nadine Plus**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Le virus σ perd son pouvoir infectieux quand il est centrifugé en milieu salin; il le garde s'il est sédimenté en milieu sucré sans électrolyte.

Parmi les nombreux travaux consacrés au virus σ, deux seulement, déjà anciens, traitent des propriétés physicochimiques de la particule *in vitro*. Le premier est l'étude de la cinétique de son inactivation par les rayons X. La classique droite à un coup obtenue conduit à attribuer à la particule un diamètre de cible de 42 mμ (N. Plus, 1950) ([1]). La méthode de dosage biologique utilisée est fondée sur la relation liant le nombre d'unités infectantes injectées et le temps d'incubation présenté par les Mouches (N. Plus, 1950) ([2]). Le second travail est une tentative de purification par centrifugation différentielle (F. Hugon de Scœux, 1952) ([3]). Cet auteur a utilisé comme milieu d'extraction et de centrifugation une solution de saccharose 0,88 M et de phosphates inorganiques 0,01 M à pH 7,0. Au cours de ces expériences, deux difficultés ont été rencontrées. Tout d'abord, les extraits de Drosophiles étaient pauvres en virus infectieux; dilués à 10^{-1}, ils ne rendaient généralement sensibles qu'une partie des Mouches injectées. Par ailleurs, l'activité virulente ne se retrouvait que très partiellement dans les culots de centrifugation, les particules paraissant donc présenter la propriété curieuse d'être inactivées par sédimentation. Ces méthodes n'avaient donc pas permis d'obtenir des extraits concentrés mais seulement des suspensions plus propres, débarrassées d'un tiers environ des protéines.

J'ai repris récemment les travaux de purification de Hugon de Scœux en utilisant de nouvelles techniques d'extraction et de centrifugation et en faisant varier les conditions expérimentales. J'ai buté de façon constante contre les deux mêmes difficultés. Il semble bien que la pauvreté en virus des extraits soit une réalité biologique en relation avec l'absence de pathogénicité du facteur σ et non pas la conséquence d'erreurs techniques. Quant à l'inactivation du virus dans les culots, elle s'observe dans tous les milieux essayés, choisis parmi ceux classiquement utilisés en virologie : solutions de Cl Na, de molarité 0,01 à 1,5, diversement enrichies d'ions Mg, Mn, K, Ca, préparés dans des tampons divers de pH 6,5 à 9,3, zone compatible avec l'activité virale. Cette inactivation se retrouve également lors de la centrifugation de virus déjà purifié par précipitation au méthanol. Elle n'est que peu modifiée par les conditions d'élution des culots : composition du milieu, agitation mécanique ou température. Même dans les conditions les plus favorables, 9/10e de l'activité est irrémédiablement perdue par sédimentation.

Cette inactivation des particules virulentes dans les solutions d'électrolytes et les solutions sucrées phosphatées rappelle les altérations subies par les mitochondries dans les mêmes milieux (W. C. Schneider et G. H. Hoge-

boom, 1951) [4]. J'ai donc essayé de préparer les suspensions virulentes en utilisant les méthodes modernes de séparation des organites cellulaires (G. H. Hogeboom et W. C. Schneider, 1955) [5]. Les mouches sont broyées dans une solution de saccharose 0,25 M, isotonique, préparée à l'eau bidistillée, additionnée de 1,5 % de tampon tri-(hydroxyméthyl) aminométhane-ClH 0,05 M à pH 7,45 (milieu de Hogeboom, Schneider et Palade, 1948, modifié). Après élimination des débris de chitine et des noyaux, l'extrait brut (F) est centrifugé 10 mn à 6 000 g. Le culot obtenu (CM), coloré au vert Janus et examiné au microscope à contraste de phase, paraît composé de mitochondries. Le surnageant (SM) est alors divisé en trois fractions qui sont soumises à des centrifugations de 1 h respectivement à 6 000, 20 000 et 60 000 g. Les culots correspondants sont élués chacun dans un très petit volume de solution sucrée, fournissant les fractions C_6, C_{20} et C_{60}. Les trois surnageants, S_6, S_{20} et S_{60}, les culots et les suspensions précédemment obtenues sont analysés pour leur richesse en particules infectantes, en protéines et en acide ribonucléique (ARN). Les tests d'infectivité, tout d'abord, montrent que la fraction mitochondriale CM n'est pas infectieuse. Corrélativement, SM est aussi actif que l'extrait brut F. De plus, le virus est absent dans les surnageants S_{20} et S_{60} alors que S_6 conserve environ 1/4 de l'activité. Quant aux culots, ils sont tous les trois nettement plus actifs que la fraction SM du départ et ne paraissent pas avoir subi d'inactivation. La teneur relative en protéines de C_6 et C_{20} est environ 20 fois moindre que celle de l'extrait brut. Ils ne contiennent pas de quantité significative d'ARN. Le culot obtenu à 6 000 g, C_{60}, contient, par contre, la totalité de l'ARN et représente, par conséquent, les microsomes.

Il résulte de ces premiers essais, que le virus σ peut être isolé et concentré par centrifugation différentielle, à condition d'utiliser les techniques appropriées à la purification des organites cellulaires. Au cours des centrifugations, il paraît centrifuger moins vite que la masse des mitochondries mais plus vite que les microsomes. En effet, la fraction mitochondriale CM n'est pas infectieuse tandis que le culot C_{20}, obtenu avant la sédimentation des microsomes, renferme par contre toute l'activité.

Les propriétés de la particule σ rapportées ici sont fort différentes de celles des virus classiquement étudiés, mais il est encore trop tôt pour en comprendre la signification et l'importance. De nouvelles expériences sont en cours et l'on peut espérer que les observations au microscope électronique et les analyses chimiques éclaireront ce problème.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) N. Plus, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 192.

(2) N. Plus, *Exp. Cell. Res.*, 1, 1950, p. 217.

(3) F. Hugon de Scuœx, *Rev. Can. Biol.*, 2, n° 1, 1952.

(4) W. C. Schneider, *Cancer Res.*, 2, n° 1, 1951; G. H. Hogeboom et W. C. Schneider, *The nucleic acids*, vol. 2, 1955, p. 205.

(5) G. H. Hogeboom, W. C. Schneider et G. E. Palade, *J. Biol. Chem.*, 172, 1948, p. 619.

(*Laboratoire de Génétique formelle du C. N. R. S., Gif-sur-Yvette, Seine-et-Oise.*)

VIROLOGIE. — *Action d'un interféron provenant de cellules malignes sur l'infection expérimentale du Hamster nouveau-né par le virus du polyome.* Note (*) de MM. **Pascu Atanasiu** et **Charles Chany**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Un inhibiteur préparé à partir d'une cellule maligne de lignée continue, inoculé chez le Hamster nouveau-né avant le virus du polyome, prolonge la survie et retarde l'apparition de la tumeur.

L'étude du phénomène de l'autoinhibition du *Myxovirus parainfluenzæ III* dans les cellules KB d'origine maligne, a conduit à la mise en évidence, dans ces cultures, de substances inhibant les différentes fonctions virales ([1]), ([2]). Parmi ces substances, l'une rappelle par certains de ses caractères biologiques et par son action intracellulaire l'interféron décrit par Isaacs et Lindenmann ([3]). Comme l'interféron, cette substance est séparable du virus par ultracentrifugation et, transférée sur cellules neuves de première explantation, inhibe la multiplication intracellulaire de virus antigéniquement distincts.

L'action protectrice possible de ces substances contre l'infection virale *in vivo* a été l'objet de ce travail.

Le modèle d'étude utilisé a été l'infection expérimentale à virus du polyome chez le Hamster nouveau-né; cet animal ne présente pas d'infection spontanée ou latente par ce virus.

L'inhibiteur a été préparé, à partir de cellules Po Ha, de lignées continues provenant de tumeurs induites par le virus du polyome chez le Hamster ([4]) d'après les techniques déjà décrites ([1]), ([2]), ([3]). Ce choix a été motivé par la spécificité d'espèce de l'interféron [Tyrell ([5])] et par l'absence de particule infectieuse du virus du polyome décelable dans cette lignée cellulaire. Cinq séries d'expériences ont été réalisées, utilisant des lots d'inhibiteurs différents. Au total 52 animaux nouveau-nés ont été divisés en trois groupes :

1. 19 animaux témoins ont reçu 0,20 ml de suspension contenant 100 000 DI 50/ml infectieux de virus, inoculé par voie sous-cutanée.

2. 5 animaux ont reçu 0,20 ml de la préparation contenant l'inhibiteur seul.

3. 28 animaux ont reçu la même quantité de la préparation contenant l'inhibiteur que ceux du groupe 2, suivie 16 à 24 h après, de l'administration de la même quantité de virus que ceux du groupe 1.

L'âge des animaux au départ de chaque expérience variait entre trois et cinq jours. Les résultats des expériences montrent que :

1° Tous les animaux inoculés avec le virus du polyome ont été infectés, ont présenté une ascension significative des anticorps sériques

TABLEAU I.

Action de l'inhibiteur produite par les cellules Po Ha *sur la tumeur induite par le virus de polyome chez le Hamster nouveau-né.*

Nº exp.	Traitements.	Nombre animaux.	Age (jours).	Tumeur animaux (*****).	Ascension I. H. (*).	Poids moyen fin exp. (g).	Survies moyennes (jours).	Observations.
I.	H. I. V. (**)	6	4	0/6	+	130	200	–
	H. V. (***)	5	3	4/4	+	–	25	1 dévoré
	H. I. (****)	3	3	0/3	0	106	200	
II.	H. I. V.	4	5	1/3	+	100	90	2 dévorés
	H. V.	2	5	2/2	+	110	72	–
	H. I.	2	5	0/2	0	105	160	–
III.	H. I. V.	6	5	1/6	+	138	160	–
	H. V.	4	5	2/3	+	–	65	1 dévoré
IV.	H. I. V.	6	5	2/5	+	76	108	1 dévoré
	H. V.	3	5	2/3	+	105	80	–
V.	H. I. V.	9	3	6/8	+	62	70	1 dévoré
	H. V.	7	4	7/7	+	47	42	–

(*) I. H. : Anticorps inhibant l'hémagglutination.
(**) H. I. V. : *Hamsters* traités par l'*inhibiteur* + *virus*.
(*** H. V. : *Hamsters* recevant le *virus* seul.
(****) H. I. : *Hamsters* témoins *inhibiteurs*.
(*****) Numérateur : Animaux présentant des tumeurs. Dénominateur : Animaux inoculés.

inhibant l'hémagglutination (I. H.) et ont développé rapidement des tumeurs entraînant la mort.

2º Les animaux ayant reçu l'inhibiteur seul n'ont développé ni anticorps contre le virus, ni tumeurs.

3º Les animaux traités par l'inhibiteur avant l'inoculation du virus du polyome n'ont présenté que peu de tumeurs et plus tardivement que les témoins du groupe 1, malgré une ascension comparable des anticorps I. H.

L'action de l'inhibiteur est évaluée en comparant dans les groupes 1 et 3 :

a. Les temps de survie moyens des animaux : 47 jours $\pm$ 6 contre 88 jours $\pm$ 5 (pour le calcul on se réfère au délai de survie maximum de l'expérience la plus courte).

b. L'incidence des tumeurs : 17/19 dans le groupe témoin contre 10/28 dans le groupe traité.

c. Les dates d'apparition des tumeurs : de 7 à 125 jours dans le groupe 1 contre 30 à 200 jours dans le groupe 3.

Conclusions. — Les préparations inhibitrices utilisées prolongent la survie des animaux et diminuent le taux des tumeurs ou retardent leur apparition d'une façon significative. Certains animaux ainsi inoculés avec le virus et l'inhibiteur, actuellement en observation, ne présentent pas de tumeurs visibles après plus de 200 jours alors que les animaux témoins, ayant reçu le virus seul, sont morts avec des tumeurs histologiquement vérifiées 28 jours en moyenne après l'inoculation (exp. I.).

On peut émettre l'hypothèse que l'inhibiteur rappelant l'interféron réduit la multiplication des particules responsables de l'action oncogène en dessous d'un certain niveau critique, retardant considérablement l'apparition des tumeurs et prolongeant la survie des animaux. Il est également possible que les préparations non purifiées utilisées renferment d'autres facteurs susceptibles d'influencer le développement des tumeurs.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) C. CHANY, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 3903.
(2) C. CHANY, *Virology* (sous presse).
(3) A. ISAACS et J. LINDENMANN, *Proc. Roy. Soc. Biol.*, 147, 1957, p. 258-267.
(4) P. ATANASIU, expériences non publiées.
(5) D. A. J. TYRELL, *Nature*, 184, 1959, p. 452-453.

IMMUNOLOGIE. — *Action d'immunsérums de Lapin antiextraits végétaux sur la germination de la graine de* Phaseolus vulgaris. Note (*) de MM. **Michel Saint-Paul** et **Jean Bidault**, présentée par M. René Dujarric de la Rivière.

Les sérums de Lapin préparés contre les extraits aqueux et alcooliques de graines de *Phaseolus vulgaris* exercent une action inhibitrice sur la germination de cette graine. Cette action se retrouve avec des sérums préparés contre différentes substances, en particulier contre l'acide gibbérellique. Les résultats de ces expériences peuvent être rapprochés de la présence, dans ces graines, de gibbérellines et de substances mitotiques.

Landsteiner a découvert, en 1907, dans les extraits aqueux de graines de *Phaseolus vulgaris*, une hémagglutinine non spécifique active sur les globules rouges d'Homme et d'animal. Plus récemment, les propriétés biochimiques et immunologiques de ces extraits ont fait l'objet de nombreuses publications (1). D'autres propriétés physiologiques des extraits de graines de Haricot ont également été démontrées : ils exercent une action dépressive sur l'intestin isolé de Lapin et de Cobaye (2); ils contiennent des gibbérellines (3) et un facteur favorisant la mitose des leucocytes de l'Homme (4).

Nous rapportons ici des expériences où nous avons essayé, par l'immunophysiologie, de préciser ces différentes actions et de rechercher leurs rapports entre elles. Dans ce but, nous avons recherché l'action de 34 sérums de Lapin préparés contre différents extraits de graines de *Phaseolus vulgaris*, sur la germination de cette graine, en comparaison avec celle d'autres immunsérums préparés contre des antigènes d'origine végétale, animale et l'acide gibbérellique.

Nous avons sectionné la cuticule de graines de Haricot (Flageolet Roi des Verts) dans la partie convexe de la graine, afin de permettre un meilleur contact du liquide à étudier en évitant les filtrages épidermiques et de ne pas blesser l'embryon qui se trouve placé près du hile. Après un trempage de 18 h dans le sérum à étudier, les graines ont été mises en germination dans des germinateurs isothermes à 20° sous humidité constante (98 %), roulées dans du papier buvard, conformément aux prescriptions internationales pour les essais de semences.

Chaque sérum a été étudié à trois concentrations : pur et dilué au 1/10e et au 1/100e dans l'eau physiologique. Chaque expérience a été faite au moins deux fois et des témoins multiples ont été préparés avec des sérums divers, de l'eau physiologique et de l'acide gibbérellique.

Une expérience a été schématisée sur la photographie ci-jointe où, pour des raisons de clarté, on n'a représenté que cinq graines de quelques séries caractéristiques au 5e jour. Les graines sont rangées par séries horizontales, de haut en bas. Les séries ont été traitées avec : 1° de l'eau

physiologique; 2° du sérum de Lapin normal; 3° du sérum de Lapin antiglobules rouges humains; 4° du sérum de Lapin antijus de Pomme; 5° du sérum de Lapin antiextrait aqueux de graine de *Phaseolus vulgaris*. Les sérums utilisés pour les graines photographiées n'avaient pas été dilués et la dernière graine de chaque rangée a été ouverte afin de permettre de voir la plantule.



Les résultats peuvent se résumer ainsi : le sérum antiextrait aqueux de graine de Haricot non dilué diminue fortement le nombre des graines germées ainsi que la taille des plantules. Le retard est d'au moins 24 h pour des germes de quatre jours. Cette action inhibibitrice du sérum pur se retrouve, un peu plus faible, avec le sérum dilué au 1/10e, alors que le sérum dilué au 1/100e est à peu près dénué d'activité. Le sérum anti-Pomme a un effet légèrement inhibiteur. Le sérum anti-Prune, pur, a un effet toxique annulant presque complètement la germination; il est au

contraire stimulant quand il est dilué. Les sérums de Lapin normal et les sérums antiglobules rouges humains ont une très légère action dépressive s'ils sont employés purs, mais sont inactifs aux dilutions de 1/10e et 1/100e. Le sérum antiextrait alcoolique de graine de Haricot a un fort effet inhibiteur, s'il est pur; cet effet est moins marqué s'il est dilué. L'effet du sérum antiglobules rouges de Mouton ayant fixé l'hémagglutinine est semblable, mais moindre. Le sérum antiacide gibbérellique annule presque entièrement la germination s'il est employé pur; dilué, il a un effet nul ou légèrement stimulant. Ce très fort effet inhibiteur a été observé avec les sérums purs de tous les lapins que nous avons préparés contre l'acide gibberellique lui-même (5), alors que celui des sérums préparées contre le sel de potassium de cet acide (6) n'a pas été trouvé dans tous les sérums.

Signalons que, sauf pour les sérums antiglobules rouges, les titres antiglobules d'Homme et de Mouton de tous les sérums étaient faibles et n'ont pas été influencés par les immunisations. Avec les extraits aqueux de graines de Haricot, les réactions de précipitation interfaciale ont été positives avec les sérums correspondants ainsi qu'avec un sérum antiextrait alcoolique de Haricot, négatives avec les autres sérums. Avec l'acide gibbérellique et son sel de potassium, elles ont été négatives.

Les sérums de lapin antiextraits aqueux et alcooliques de graine de *Phaseolus vulgaris* inhibent donc la germination de cette graine. La substance inhibitrice n'a pu encore être isolée. Peut-être s'agit-il d'un anticorps actif sur certaines parties ou composants de la graine, par exemple d'un facteur antimitotique correspondant au facteur favorisant la mitose, présent dans les extraits, où d'une substance antigibbérellique, comme peut le faire penser l'identité d'action des sérums antiacide gibbérellique et des sérums antigraine de Haricot et la présence de gibbérellines dans ces graines, ou d'un autre facteur. On sait aussi que les gibbérellines, qui agissent en général en provoquant un allongement des cellules, peuvent aussi, au niveau des méristèmes ordinaires, dans certains cas, stimuler les mitoses (7). Des expériences en cours tenteront de montrer dans quelle mesure on peut rapprocher et vérifier ces différentes hypothèses.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) M. Saint-Paul, *Revue générale*, à paraître dans *Transfusion*, 1960.

(2) M. Saint-Paul, F. Daoulas-le Bourdellès et J. Jacob, *Ann. Inst. Pasteur*, 93, 1957, p. 602.

(3) R. Bünsow, J. Penner et R. Harder, *Naturwissenschaft*, 45, 1958, p. 46.

(4) P. C. Nowell, *Cancer Research*, 20, 1960, p. 462.

(5) P. Chouard, *Revue horticole*, 1958, p. 1793.

(6) Acide gibbérellique « Eli Lilly and Co », États-Unis.

(7) « *Gibrel* » *Merck*, États-Unis.

IMMUNOLOGIE. — *Formation d'anticorps antiribosomes chez les lapins immunisés à l'aide de ribosomes de lapin.* Note (*) de MM. **Jacques Panigel** et **Emanoil Barbu**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Les lapins immunisés à l'aide de ribosomes de foie de lapin forment des anticorps capables de précipiter des ribosomes d'origines les plus diverses.

Les ribosomes préparés à partir de tissus animaux, et notamment de lapin, réagissent et forment des précipités spécifiques avec les antisérums obtenus par immunisation de lapins à l'aide de ribosomes bactériens d'origines diverses ([1]).

Nous étudions ici les résultats d'expériences effectuées avec les antisérums préparés par immunisation des lapins à l'aide de ribosomes de foie de lapin.

Au cours de cette étude, nous avons utilisé les mêmes méthodes que précédemment ([1]), ([2]), ([3]) et notamment, le dosage de l'acide ribonucléique (ARN) dans les précipités spécifiques. Il convient de souligner à ce propos que la présence d'ARN constitue un véritable « marquage » de l'antigène utilisé : le dosage de l'ARN permet en effet de déterminer de façon rigoureuse dans chaque cas la quantité d'antigène précipité et d'en déduire la quantité d'anticorps combiné à cet antigène. Les protéines des précipités spécifiques sont dosées selon Lowry et coll. ([4]).

Les ribosomes de foie de lapin, isolés par une méthode voisine de celle de Hamilton et Petermann ([5]) sont purifiés par plusieurs précipitations successives à l'aide d'acétate de barium. Les préparations sont mises en suspension dans un tampon phosphate 0,001 M pH 7,4 contenant $MgSO_4$ 0,0005 M. Elles sont relativement stables dans ce milieu, mais présentent dans les solutions salines physiologiques une instabilité particulière.

Ces ribosomes contiennent environ 45 % d'ARN et 55 % de protéines : les densités optiques présentent un minimum caractéristique à 2 330 Å (rapport 2 600/2 330 = 1,4) et le maximum habituel à 2 600 Å (rapport 2 600/2 800 = 1,75).

Nous avons préparé trois antisérums par immunisation intraveineuse de lapins à l'aide de ces ribosomes de foie de lapin (sérums n°s 67, 72 et 94).

Le tableau I indique les résultats obtenus lorsque des préparations de ribosomes sont mises, en concentration variable, en contact avec 1 ml d'immunsérum.

On voit d'après ces résultats que les quantités d'ARN précipité varient très sensiblement selon le type de ribosomes utilisés. Ainsi nos sérums antiribosomes de foie de lapin précipitent beaucoup mieux certains ribosomes bactériens (surtout ceux d'*E. coli*, *de Salmonella* et de *Proteus*) que les ribosomes de foie de lapin eux-mêmes. Mais ces derniers peuvent

TABLEAU I.

Ribosomes.	N° du sérum.	Microgrammes d'ARN présents dans le mélange.	Microgrammes d'ARN dans le précipité spécifique.	Microgrammes de protéines dans le précipité spécifique.	% d'ARN précipité.
Foie de Lapin	67	40	5	45	12,5
	»	75	9	76	12
	»	112	4	-	3,6
	72	40	4	29	10
	94	30	3	-	10
E. coli B	67	35	23	200	66
	72	35	16	85	46
	94	35	11	-	31,5
E. *coli* K_{12}	67	30	18	-	60
	»	96	42	210	44
	»	143	11	48	8
	72	30	8	-	27
	»	104	12	114	11,5
	94	30	8	-	27
Salmonella typhimurium	67	20	11	-	55
	72	20	7	-	35
	94	20	9	-	45
Proteus vulgaris	67	29	13	-	45
	72	29	4	-	14
	94	29	11	-	38
Welchia perfringens	67	35	3	35	8,5
	72	35	5	30	14
	94	35	3	-	8,5
Streptocoque A_{23}	67	22	1,5	-	7
	72	22	1	-	4,5

être précipités à un taux plus élevé par les sérums antiribosomes bactériens et notamment par les sérums antiribosomes de *E. coli*, que par les sérums antiribosomes de foie de lapin : par exemple, en ajoutant à 1 ml de sérum 92 antiribosomes de *E. coli* K_{12} une préparation de ribosomes de foie de lapin contenant 30 μg d'ARN, on retrouve dans le précipité spécifique 26 μg d'ARN soit 87 % de l'ARN des ribosomes; 1 ml de sérum 88 antiribosomes de *Welchia perfringens* précipite, dans les mêmes conditions, 35 % des ribosomes de foie de lapin tandis que nos sérums de lapin antiribosomes de foie de lapin ne précipitent dans ces conditions, que 10 à 12 % de ces mêmes ribosomes.

Ces résultats, qui concernent essentiellement les complexes précipitants sans exclure l'existence éventuelle de complexes solubles appellent un certain nombre de remarques :

1° Les sérums de lapins préparés à l'aide de ribosomes de foie de lapin précipitent un pourcentage élevé de ribosomes d'origine bactérienne; un animal peut donc s'immuniser contre des antigènes hétérologues à l'aide d'antigènes homologues.

2° Le fait que des lapins préparés à l'aide de ribosomes de foie de lapin produisent des anticorps précipitant ces ribosomes prouve que ces animaux ne présentent pas une tolérance immunitaire totale vis-à-vis des ribosomes homologues. Ce résultat s'accorde avec nos expériences antérieures qui nous avaient permis de montrer qu'un lapin, immunisé à l'aide de ribosomes bactériens, produisait des anticorps susceptibles de précipiter ses propres ribosomes de foie ou de rein ainsi que ceux d'autres lapins.

3° Les antigènes vis-à-vis desquels le lapin ne présente pas de tolérance immunitaire sont communs aux ribosomes d'origines les plus diverses.

4° Les ribosomes de diverses origines présentent des pourcentages de précipitation différents vis-à-vis d'un même immunsérum : nous ne pouvons encore décider si ces différences tiennent à la structure (proportion ou disposition variables d'un antigène commun) ou à l'état de dissociation de ces ribosomes.

(*) Séance du 10 octobre 1960.

(1) J. Panijel et E. Barbu, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 232.

(2) E. Barbu, J. Panijel, P. Cayeux et R. Wahl, *Comptes rendus*, 249, 1959, p. 338.

(3) E. Barbu et J. Panijel, *Comptes rendus*, 250, 1960, p. 1382.

(4) O. H. Lowry, N. J. Rosenbrough, A. L. Farr et R. J. Randall, *J. Biol. Chem.*, 193, 1951, p. 265.

(5) M. G. Hamilton et M. L. Petermann, *J. Biol. Chem.*, 234, 1959, p. 1441.

(*Institut Pasteur, Paris.*)

A 15 h 35 m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h.

R. C.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1960.

(*Suite et fin.*)

Oukraïns'ka radians'ka enciklopedija (*Encyclopédie ukrainienne*). Tome I : *A. — Bogounci*. Kiev, Académie des sciences de l'Ukraine, 1959; 1 vol. 26,5 cm.

Association scientifique des pays de l'Océan indien (P.I.O.S.A.). *Répertoire des principales organisations scientifiques de l'Océan indien*. II. *Indonésie;* III. *Thailand*. Tananarive, 1960; 2 fasc. 23,5 cm.

Académie royale des sciences d'Outre-mer. *Atlas général du Congo*. Index 726. *Carte des centrales hydroélectriques* et *Notice de la carte des centrales hydroélectriques*, par P. Geulette. Bruxelles, 1960. 1 carte 72,5 × 62 cm et 1 fasc. 36 cm (en langues française et flamande).

Constitutional science. Theory, Law, Therapy, by Yoshio Okahara. Tokyo, Research Institute of constitutional science, 1960; 1 fasc. 26 cm.

Current bibliography for aquatic sciences and fisheries. Vol. III. Compiled by F. A. O. Fisheries biology branch. Published by permission of the Food and agriculture organization of the United Nations. London, Taylor and Francis Ltd, 1960; 1 vol. 21,5 cm.

Institut interuniversitaire des sciences nucléaires. Monographie n° 7. *Formal theory of scattering phenomena. A study of recent achievements in modern scattering theory* (based upon notes taken during seminars organized by S. B. Treiman, professor at the University of Princeton, U. S. A.), by C. C. Grosjean. Bruxelles, 1960; 1 vol. 23 cm.

Oak Ridge national Laboratory. *Revision sheet for the trilinear chart of nuclides*, by William H. Sullivan. Oak Ridge, issue n° 7, May 1960; 1 feuillet 28 cm.

The University of the State of New York. The State education department. New York State Museum and Science service Geological Survey. *Map and chart series*. N° 1. *Correlation of the silurian rocks in New York State*, by Donald W. Fisher. Albany, 1960; 1 carte 94 × 71 cm.